


Rok II | Czerwiec 1947 r. | Nr 6

BIURO WYDAWNICTW POLSKIEGO RADIA

cena 60 zł

## TREŚĆ NUMERU:

# R A D I O

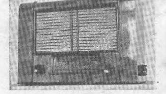
Miesięcznik dla techników i amatorów

Rok II | Czerwiec 1947 r. | Nr 6

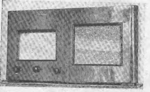

## Z kraju i zagranicy

**Nowe odbiorniki na rynku krajowym**

Polskie Radio przystąpiło do akcji zaopatrzenia świata pracy w odbiorniki radiowe. Do dyspozycji P. R. będą stały odbiorniki zarówno produkowane w kraju jak i pochodzące z reparacji (odszkodowań wojennych). Jako pierwszą partię przewiduje się rzucenie na rynek około 100.000 sztuk odbiorników. Niezależnie od tego, uwzględniając okoliczności, że w kraju znajduje się kilkadziesiąt tysięcy odbiorników praktycznie unieruchomionych na skutek braku lamp i części wymiennych, przystępuje się do sprowadzenia około 250.000 lamp przeróżnych typów oraz kondensatorów elektrolitycznych.



Rys. 1



Rys. 2

W ciągu listopada uruchomi się w kraju ponad 200 punktów sprzedaży, w których będą się mogły zaopatrywać w odbiorniki i sprzęt organizacje, instytucje i związki zawodowe.

Dla orientacji podaje się, że krajowe odbiorniki będą to supery typu „AGA" montowane na podzespołach szwedzkich. Z odbiorników reparacyjnych przedstawiamy super f-my Graetz na lampach stalowych (rys. 1) z doskonałym głośnikiem dynamicznym.

Poza wymienionymi odbiornikami w sprzedaży ukażą się odbiorniki popularne (1-obwodowe, 3-zakresowe), które będą sprzedawane po wyjątkowo niskiej cenie (rys. 2).

Dla świetlic sprzedawane będą kompletne zespoły rozgłośnikowe, składające się z mikrofonu, gramofonu i wzmacniacza z wbudowanym 1-obwodowym zespołem dla odbioru bliskich stacyj.

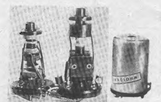
Bliższe informacje podane będą przed mikrofonem P. Radia.

**„Cudze chwalicie, swego nie znacie".**

W związku z ostatnimi notatkami o zagranicznym sprzęcie ogłoszonymi na tym miejscu, nadesłano nam szereg modeli i fotografii, które czytelnikom przedstawiamy. Firma „RADIOHM" (Brwinów pod Warszawą) produkuje zespoły cewek do odbiorników z rdzeniami ferrokartowymi. Zespoły są całkowicie wykonane z surowców krajowych (oprócz licy w. cz.). Na uwagę zasługują rdzenie ferromagnetyczne prasowane przez w/w firmę i nie ustępujące pod względem jakości rdzeniom przedwojennym, które sprowadzaliśmy z zagranicy.

W tej chwili na rynek zostały wypuszczone zespoły 1-obwodowe, 2-obwodowe, eliminatory oraz transformatory pośredniej częstotliwości (na rys. 3 zespół 1-obw. oraz pośredniej 470 Kc).

W najbliższym czasie ukażą się zespoły oscylatora do superów. Całość jest bardzo starannie wykonana i ekranowana aluminiowym kubkiem. Regulacja indukcyjności w granicach 20% przy pomocy wkręcanych rdzeni.

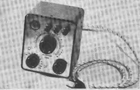




Rys. 3



Rys. 4



Rys. 5

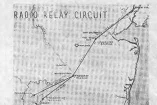
Równocześnie otrzymaliśmy od ob. E. F. z Krakowa fotografie modeli produkowanych przez firmę inż. K. Olszowski. Na rys. 4 widzimy signalgenerator z zakresami od 100 Kc do 20 Mc oraz (rys. 5) mostek RC od 10 pF do 1 μF oraz od 1 oma do 10 megomów z magicznym okiem.

Sądzimy, że po tej notatce firmy produkujące sprzęt radiotechniczny zainteresują szerokie grono radioamatorów swoimi wyrobami, co przyniesie obu stronom niewątpliwe korzyści.

## Z PRZEMYSŁU AMERYKAŃSKIEGO

### Bezprzewodowa telefonia wielokrotna

Jak wiadomo w telekomunikacji stosuje się tak zwaną telefonię nośną wielokanałową (wielokrotną). Mianowicie po kablu przesyła się sze-

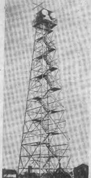



Rys. 6

reg częstotliwości wysokich (w zakresie do kilkudziesięciu kc/s) modulowanych oddzielnie częstotliwościami małymi (np. z aparatów telefonicznych). Każda rozmowa zajmuje jeden kanał, stąd nazwa wielokanałowa.

Telefonia wielokrotna jest oczywiście oszczędniejsza aniżeli telefonia na kilkunastu parach przewodów (każda rozmowa na oddzielnej parze). Mimo to jednak, koszt specjalnych kabli, robót ziemnych, z nimi związanych, i stacyj wzmacniakowych jest b. duży.

Ostatnio w Ameryce opracowano nowy sposób przesyłania. Mianowicie dzięki prostolinijnemu rozchodzeniu się fal ultrakrótkich, a zwłaszcza centymetrowych oraz łatwemu ich skupianiu zastoso-



Rys. 7

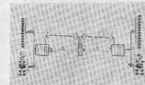
wano je „zamiast przewodów" do przesyłania telefonii wielokrotnej. Na trasie Nowy Jork — Filadelfia (ok. 140 km) rys. 1, zbudowano wieże 30 metrowe (dwie podstacje), na których ustawiono nadajniki i odbiorniki oraz anteny reflektorowe. W ten sposób sygnały wysłane z Nowego Jorku czy Filadelfii są na każdej podstacji odbierane i przekazywane do następnej. Odległości pomiędzy poszczególnymi wieżami podyktowane były zakrzywieniem ziemi lub względami terenowymi. Urządzenie pracuje na fali w zakresie 3900 — 4450 Mc/s (ok. 7 cm).

Moc nadajników jest b. mała, bo wynosi tylko 0,1 wata; dzięki skupiającemu działaniu anten — nadawczej i odbiorczej efekt jest taki jakby nadawano na antenie zwykłej mocy 81 kilowatów (zwiększenie skuteczności zespołu anten 810000).

Szerokość wstęgi przesyłanej wynosi 150 kc; w ten sospób można równocześnie przesyłać 25 rozmów telefonicznych albo 8 programów radiofonicznych o wysokiej jakości (dla stacyj F. M.).

Przewiduje się po ulepszeniu urządzenia przekazywać tą drogą program telewizyjny z szerokością wstęgi 6Mc.

Urządzenie zostało wykonane przez firmy Radio Corporation of America (RCA) i Western Union Telegraph Company w 1945 r. Obecnie rozpoczęto prace nad uruchomieniem dalszych sieci, a mianowicie Nowy Jork — Pitsburg, Pitsburg — Waszyngton, Waszyngton — Nowy Jork.



Rys. 3

Rys. 2 przedstawia wieżę, na której szczycie mieszczą się nadajniki i odbiorniki oraz anteny, rys. 3 — schematyczny szkic możliwości połączeń między głównymi stacjami. (Broadcast News I. 1946).

**N. M.**

# Fizyka atomowa

(Dalszy ciąg)

## BUDOWA ATOMU I JEGO ELEMENTARNE SKŁADNIKI

Jak już wspominaliśmy atomy wszystkich pierwiastków składają się z jądra i krążących dookoła elektronów. Elektrony posiadają ładunek ujemny równy 4,803 × 10-¹⁰ J.E.S., a jądro ładunek dodatni równy w sumie ładunkowi wszystkich elektronów w atomie. Masa elektronu wynosi 0,91 × 10 -²⁷ g., a w skali atomowej $\frac{1}{1840}$ masy najlżejszego z atomów, atomu wodoru (H). Liczba elektronów jest charakterystyczna dla każdego pierwiastka i równa jego liczbie porządkowej w układzie periodycznym. Tak więc wodór posiada 1 elektron, hel (He)—2, a ostatni pierwiastek uran (U)—92 elektrony. W miarę narastania liczby elektronów od pierwiastka do pierwiastka układają się one w warstwy ilościowo ściśle określone. Pierwsza warstwa (K) najbliższa do jądra posiada wszystkiego 2 elektrony i jest zakończona już dla drugiego pierwiastka helu. Wraz z trzecim pierwiastkiem litem (Li) rozpoczyna się budowa następnej warstwy (L), która zapełnia się przy dziesiątym pierwiastku neonie (Ne) i liczy 8 elektronów. Trzecia warstwa (M) zapełniona liczy 18, a czwarta 32 elektrony. Warstwy oznacza się literami K,L,M,N,O, P i Q. Ostatnie trzy warstwy tworzące się w cięższych pierwiastkach a mianowicie; warstwa O począwszy od 37 pierwiastka rubidu (Rb), warstwa P od 55 pierwiastka cezu (Cs) i warstwa Q od 87 pierwiastka (w przyrodzie niespotykany), nie są zakończone. Gdy warstwa zewnętrzna począwszy od warstwy M osiąga 8 elektronów, następuje przerwa w narastaniu tej warstwy, a rozpoczyna się tworzenie warstwy następnej, aż pojawią się w niej 2 pierwsze elektrony. Wtedy dopiero kontynuuje się narastanie warstwy poprzedniej, która jednakże nie stanowi już teraz warstwy zewnętrznej.

Każdy elektron danego atomu może znajdować się tylko na niektórych poziomach energetycznych określonych prawami mechaniki kwantowej.

Według dawniejszych pojęć, mówiąc językiem Bohra, elektrony mogą krążyć tylko na pewnych określonych orbitach, a nie dowolnie na wszystkich możliwych. Zgodnie z pojęciami klasycznymi i prawem Coulomba, orbitom o mniejszym

promieniu będzie odpowiadał niższy poziom energetyczny, a orbitom o większym promieniu — wyższy. Najwyższy poziom będzie, gdy elektron zostanie z atomu wydalony, czyli atom zostanie zjonizowany. W atomach wieloelektronowych elektrony w warstwie głębszej (bliżej jądra) znajdują się na niskich poziomach energetycznych, a elektrony warstwy zewnętrznej na najwyższych. Na najniższym poziomie energetycznym będą elektrony warstwy K.

Dla przeniesienia elektronu z niższego poziomu energetycznego na wyższy musi zostać wykonana praca przeciw siłom elektrycznym. Praca ta jest względnie niewielka, gdy chodzi o przeniesienie elektronu zewnętrznej warstwy na wyższy poziom energetyczny, a nawet usunięcie go z atomu (zjonizowanie). Pracę w tym ostatnim wypadku mogą wykonać bądź promienie świetlne, jak przy zjawiskach fotoelektrycznych, bądź też energia cieplna, jak przy żarzonych katodach lamp radiowych. Szczególnie niewielkiej pracy potrzeba w przypadku metali, które w warstwie zewnętrznej posiadają jeden lub dwa elektrony słabo związane z atomem. Natomiast gdy chodzi o wyrwanie elektronu z warstwy wewnętrznej praca jest duża i wzrasta wraz z głębokością warstwy. Największej pracy trzeba będzie więc użyć, aby wyrwać elektron z warstwy K pierwiastka posiadającego możliwie najwięcej elektronów.

Odwrotnie jeśli elektron opada na niższy poziom energetyczny, odpowiednia ilość energii wydziela się z atomu w formie 1 kwanta-energii świetlnej (fonu). Według teorii Plancka energia kwantów świetlnych wynosi:

$$E = h \cdot f = h \frac{\lambda}{c}$$

gdzie
f — częstotliwość
λ — długość fali
c — szybkość światła = 300000 km/s
h — uniwersalna stała Plancka
= 6,6 x $10^{-27}$ erg. sek..

Jeśli zatem przy zmianie poziomu energetycznego, wydziel się określona porcja energii będzie ona miała postać fotonu o określonej długości fali (barwie). Ponieważ elektrony mogą się znajdować tylko na pewnych poziomach energetycznych, przy zmianie poziomu wydzielają się tylko pewne określone ilości energii, czyli w rezultacie wydzielane fotony mogą mieć tylko pewne poszczególne długości fali (barwy). Tłumaczy to doskonale fakt powstawania widm. Różnice w dozwolonych poziomach energetycznych w warstwie zewnętrznej są niewielkie, toteż gdy elektrony warstwy zewnętrznej przechodzą na niższy poziom, długość fali wydzielonych promieni jest duża i znajduje się w paśmie światła widzialnego i długości sąsiednich. Inaczej się dzieje, gdy elektron zostaje wyrwany z warstwy wewnętrznej, a na oswobodzone miejsce opada inny elektron z wyższej warstwy lub z zewnątrz. Wydzielona energia jest znaczna wskutek czego ma postać bardzo przenikliwego promienia o bardzo krótkiej fali.

W ten właśnie sposób powstają promienie rentgenowskie.

Pracę wyrwania elektronów z głębszej warstwy wykonują inne elektrony wydzielone na katodzie lampy rentgenowskiej i wprawione w szybki ruch za pomocą wysokiego napięcia (do 500.000 V). Promienie rentgenowskie są tym krótsze (twardsze) im bombardowany pierwiastek posiada więcej warstw elektronowych, a napięcie jest dostateczne, żeby wyrwać najgłębsze elektrony z warstwy K. Najlepiej odpowiada tym wymaganiom i jednocześnie warunkom technicznym (wysoki punkt topnienia) pierwiastek wolframu (W), który jest używany we wszystkich lampach rentgenowskich. Rzecz jasna, że pierwiastki lekkie nie posiadające głębszych warstw elektronowych nie wydzielają krótkich promieni rentgenowskich.

Z powyższego widać, że o właściwościach optycznych pierwiastka (w zakresie światła widzialnego) decyduje zewnętrzna warstwa elektronowa. Również i o własnościach chemicznych decyduje zewnętrzna warstwa. Z poprzedniego wynika, że może ona zawierać najwyżej 8 elektronów. Pierwiastkami, które zawierają w warstwie zewnętrznej 8 elektronów, są gazy szlachetne jak hel, neon, argon i (inne), które jak wiadomo są chemicznie zupełnie nieaktywne. Jeśli do ośmiu elektronów w warstwie zewnętrznej brakuje jeden, jak w przypadku fluoru (F), chloru (Cl) lub dwa elektrony jak dla tlenu (O), siarki (S) itp., to takie pierwiastki mają dążność do dopełnienia swej zewnętrznej warstwy elektronów do liczby 8 za pomocą elektronów innych atomów. Odwrotnie, gdy atom ma w swojej zewnętrznej warstwie jeden [sód (Na), potas (K) i inne] lub dwa elektrony [beryl (Be), wapń (Ca)], to są one słabo związane z atomem i mogą posłużyć do dopełnienia zewnętrznych warstw atomów innych pierwiastków. W zależności od jednego, dwu lub więcej elektronów brakujących lub zbędnych, pierwiastki są jedno, dwu lub więcej wartościowe. Tak np. sód i potas (metale alkaliczne) z jednej, a chlorowce z drugiej strony są jednowartościowe. Beryl, wapń z jednej, a tlen i siarka z drugiej strony są dwuwartościowe. Bor, aluminium są trzywartościowe; węgiel, krzem — czterowartościowe; zaś azot i fosfór — trzy lub pięciowartościowe, gdyż posiadają w warstwie zewnętrznej 5 elektronów ewentualnie do dyspozycji, a do dopełnienia brakują im 3 elektrony.

Dla przykładu związek chemiczny NaCl powstaje w ten sposób, że pojedyńczy zewnętrzny elektron sodu dopełni do ośmiu zewnętrzną 7-elektronową warstwę chloru. Na skutek tego

atom sodu po stracie elektronu będzie miał ładunek dodatni (jon dodatni), a atom chloru po uzyskaniu elektronu — ładunek ujemny (jon ujemny) i w wyniku oba atomy dzięki sile elektrycznego przyciągania będą się trzymały razem.

Poprzestaniemy tu na tym dość ogólnikowym obrazie właściwości chemicznych w zależności od układu elektronowego pierwiastka. Nawiasem dodać należy, że obraz ten jest daleko niepełny i tłumaczy zaledwie pewną część reakcji chemicznych przeważnie typu jonowego.

Opiszmy z kolei budowę jądra atomowego.

Jak już wspomniano posiada ono ładunek dodatni równy ładunkowi wszystkich elektronów oraz mieści w sobie całą prawie masę atomu. Według ostatnich pojęć składa się ono z protonów i neutronów związanych ze sobą niezwykle silnie. Jeszcze nie jest wyjaśniona natura sił wiążących między sobą protony i neutrony w jądrze atomowym, w każdym razie nie są to siły w rodzaju grawitacji lub przyciągania ładunków elektrycznych według prawa Coulomba. W szczególności nie stosuje się do nich prawo, iż wielkość ich wzrasta odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości. Wręcz przeciwnie należy przyjąć, iż w wymiarach jądrowych prawo Coulomba traci swą moc.

Proton jest to jądro atomu wodoru. Jego masa wynosi $1{,}66 \times 10^{-24}$ g., a w skali atomowej 1,0076 (gdy masa tlenu = 16,00). Jego ładunek dodatni jest równy ładunkowi elektronu. Jednakową prawie masę ma neutron, nie posiada jednak żadnego ładunku elektrycznego, jest neutralny. Obecnie jednakowoż nie uważa się neutronu i protonu za dwa różne elementy. Są to raczej dwie postacie tej samej rzeczy i przy pewnych warunkach mogą one przechodzić jedna w drugą. Z równości ładunków elektronu i protonu wynika, że jądro dowolnego pierwiastka zawiera jednakową ilość protonów co krążących dookoła elektronów, ilość równą numerowi porządkowemu pierwiastka. Liczba neutronów jest trochę większa od liczby protonów, lecz przeważnie nie jest jednakowa nawet dlatego samego pierwiastka. Masa atomu składa się z masy wszystkich protonów i masy wszystkich neutronów (jeśli pominąć zewnętrzne elektrony), czyli w skali atomowej wyraża się ona w przybliżeniu okrągłą liczbą wspólnej ich ilości. Z nierówności liczby neutronów wynika, że jeden i ten sam pierwiastek posiada atomy o różnym ciężarze atomowym. Atomy te chociaż posiadają jednakowe własności chemiczne, optyczne i inne różnią się jedynie i to nieznacznie masą. Te różne odmiany tego samego pierwiastka różniące się liczbą neutronów w jądrze nazywają się izotopami.

Istnieją pierwiastki jak hel, fluor, sód i inne, które składają się tylko z jednego izotopu czyli, że ich jądra mają wszystkie jednakową ilość neutronów, lecz większość pierwiastków składa się z kilku izotopów od 2 począwszy do 10-ciu (tylko dla cyny Sn). Rozdzielenie izotopów wskutek identyczności własności jest niezwykle trudne i osiągalne dopiero w ostatnich latach. Było do niedawna rzeczą niejasną dlaczego u różnych pierwiastków nie spotyka się większej liczby izotopów, innymi słowy, dlaczego jądra muszą mieć taką a nie trochę inną liczbę neutronów. Stwierdzono ostatnio, że takie izotopy o niespotykanej w przyrodzie ilości neutronów mogą w zasadzie istnieć, co więcej naucz̄ono się je produkować, izotopy te okazują się jednak nietrwałe i ulegają rozpadowi promieniotwórczemu przechodząc w krótszym lub dłuższym czasie na izotopy trwałe istniejące w przyrodzie. Są to właśnie niedawno odkryte sztuczne pierwiastki promieniotwórcze. Jak dobrze wiemy nietrwałymi są również jądra niektórych cięższych pierwiastków (rad, tor, aktyn), ulegających rozpadowi promieniotwórczemu samorzutnie.

Powróćmy teraz do sił wiążących części składowe jąder trwałych. Są one tak wielkie, że zrozumiały staje się fakt, iż do niedawna nie istniały żadne sposoby do rozbicia jąder atomowych, wobec czego panowało pojęcie o ich niepodzielności. Dla pokonania tych sił i rozdzielenia części jądra potrzebna jest praca miliony razy większa niż dla zjonizowania atomu. Przy procesach odwrotnych czyli syntezach wydzielić miałaby się identyczna ilość energii w jakiejkolwiek postaci. Będą to więc bądź kwanty energii promienistej ($\gamma$) o większej jednak energii od promieni rentgenowskich, bądź też wyrzucone z wielką szybkością cząstki materialne jak protony, neutrony, elektrony, pozytrony, niosące wielką energię kinetyczną. Wskutek wydzielenia tak dużej energii masa powstałego jądra będzie zgodnie z teorią względności mniejsza, niż masa składających się na nie części składowych. W ten sposób masy jąder wszystkich atomów są mniejsze od sumy mas składających się na nie poszczególnych neutronów i protonów. Ta różnica zwana defektem masy jest miarą pracy jaką należałoby zatracić dla rozdzielenia jądra na pojedyncze składniki, czyli w pewnym sensie miarą spoistości jądra. Defekt masy rośnie, acz nieregularnie wraz z numerem porządkowym, szybciej w pierwiastkach lżejszych a wolniej w cięższych. Oto parę przykładów:

masa protonu = 1,0076;
masa neutronu = 1,0089;
masa jądra helu = 4,0039 zamiast 4,0330
defekt masy = 0,0291
masa jądra tlenu = 16,0000 zamiast 16.1320
defekt masy = 0,132.

(Dalszy ciąg w następnym numerze)

Inż. W. K.

# O decybelach, fonach i neperach

(Dalszy ciąg)

### Decybel.

Jeżeli moc elektryczna, doprowadzona do głośnika wzrośnie od wartości $P_1$ do wartości $P_2$, to w stosunku $\frac{P_2}{P_1}$ wzrośnie również moc elektryczna głośnika, o ile naturalnie głośnik nie zostaje przeciążony. Wtedy $\lg \frac{P_2}{P_1}$ jest miarą przyrostu słyszalności. Jeżeli $\frac{P_2}{P_1} = 10$, to wówczas $\lg 10 = 1$. Jednostką przyrostu słyszalności jest taki przyrost słyszalności, który odpowiada dziesięciokrotnemu powiększeniu mocy. Ta jednostka nazywa się **belem**.

Dziesięciokrotne powiększenie mocy wywołuje dość znaczną różnicę w natężeniu wrażenia słuchowego. Ucho odczuwa znacznie mniejsze różnice i dla uniknięcia ułamków używa się jednostki mniejszej, a mianowicie 0.1 bela, zwanej **decybelem.** Stosunek mocy, odpowiadający 1 decybelowi, można łatwo obliczyć z zależności.

$$\lg \frac{P_2}{P_1} = 0,1$$

W tablicach logarytmów znajdujemy liczbę, której logarytm równa się 0,1, liczba ta jest 1,259, a więc 1 decybelowi odpowiada stosunek mocy $\frac{P_2}{P_1} = 1,259$. Ilość beli, odpowiadająca danemu stosunkowi mocy oblicza się ze wzoru

$$n = \lg \frac{P_2}{P_1} \qquad (2)$$

zaś ilość decybeli będzie dziesięciokrotnie większa, zatem jeżeli ilość decybeli oznaczyć przez N to

$$N = 10\,n = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} \qquad (3)$$

Decybel jest wielkością, którą ucho ludzkie przeciętnie jeszcze uchwycić może.

Rys. 1

Praktycznie posługujemy się decybelami dla pomiarów przyrostu mocy, gdyż ta jednostka odpowiada skutkom wywołanym przez zwiększenie mocy. Przy pomocy tej jednostki scharakteryzować można dobroć urządzenia, przekazującego drgania o różnych częstotliwościach słyszalnych. Układ pomiarowy schematycznie podaje rys. 1.

G.A. — jest to generator napięcia zmiennego o stałej wielkości, ale o dowolnej częstotliwości słyszalnej. To napięcie zostaje doprowadzone do badanego urządzenia, np. wzmacniacz Wz. Na wyjściu wzmacniacza załączony jest opór R, na który wzmacniacz ma pracować. Równolegle do oporu obciążenia załączony jest woltomierz. Przy zmianie częstotliwości generatora napięcie na oporze R nie powinno zmienić swej wielkości, o ile wzmacniacz jest dobry. Na ogół pewne zmiany dadzą się zauważyć. Wielkość mierzonego napięcia V odpowiada mocy P wydzielonej w oporze R, a mianowicie

$$P = \frac{V^2}{R} \qquad (4)$$

Przypuśmy, że odczytaliśmy różne napięcie $V_1$ i $V_2$, odpowiadające mocom $P_1$ i $P_2$ przy dwóch różnych częstotliwościach generatora $f_1$ i $f_2$. Wtedy możemy powiedzieć, że wzmacniacz Wz daje różne wzmocnienie przy różnych częstotliwościach, zaś różnicę wzmocnienia, uchwyconą przez ucho, wyrażamy w decybelach jako

$$N = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}$$

Ponieważ $P = \frac{V^2}{R}$, a więc

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R},\ P_2 = \frac{V_2^2}{R},\ \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2}$$

a zatem

$$N = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 10 \lg \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = 20 \lg \frac{V_2}{V_1} \qquad (5)$$

Natężenie prądu, płynącego przez opór R, jest proporcjonalne do napięcia na tym oporze, więc oznaczając prądy odpowiednio przez $I_1$ i $I_2$ będziemy mieli

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_2}{I_1},\ \text{czyli}\ 20 \lg \frac{I_2}{I_1} \qquad (6)$$

a zatem i wzory (5) i (6) są słuszne o ile wielkość oporu R nie zależy od częstotliwości prądu, albo od wielkości przepływającego prądu.

Zobrazujemy nasze rozważania przykładem. Generator nastawiony został na częstotliwość $f_1 = 1000$ c/sek. Wówczas napięcie odczytane na wyjściu wzmacniacza, wynosiło $V_1$—2,5 V, przy zmianie częstotliwości generatora do 2000 c/sek,

(ale przy stałym napięciu generatora) wzrosło napięcie na wyjściu wzmacniacza do 2,8 V. Wtedy

$$N = 20 \lg \frac{V_2}{V_1} = 20 \lg \frac{2,8}{2,5} = 20 \lg 1,12$$

Z tablic logarytmów znajdujemy, że log. 1,12 = = 0,04922, a więc N = 20. 0.04922 = 0,9844 db (decybela). Powiedzmy w skrócie, że wzmacniacz podnosi częstotliwość 2000 c/sek w stosunku do częstotliwości 1000 c/sek o 0,9844 db. Zwykle porównujemy wzmocnienie, jakie daje wzmacniacz przy pewnej częstotliwości słyszalnej, ze wzmocnieniem tego wzmacniacza przy częstotliwości 1000 c/sek. Niekiedy jako częstotliwość odniesienia uważa się 400 c/sek.

Powracając do poprzedniego przykładu przypuśćmy, że przy częstotliwości 200 c/sek napięcie zmierzone na wyjściu wzmacniacza, wynosiło 1,8 V. Wtedy wzmocnienie względne, odniesione do częstotliwości 1000 c/sek., będzie

$$N_{200} = 20 \lg \frac{V_{200}}{V_{1000}} = 20 \lg \frac{1,8}{2,5} = 20 \lg 0,72 =$$
$$= 20 . \bar{1},85733 = 20 (-0,14267) = -2,8534 \text{ db}$$

Pod nazwą wzmocnienia względnego rozumiemy stosunek: wzmocnienie przy danej częstotliwości do wzmocnienia przy częstotliwości odniesienia. Stosunek, podany w formie ułamka nie przedstawia tak obrazowo pracy wzmacniacza i wyniku słuchowego, jak logarytm tego stosunku. Jak wiadomo, logarytm liczby, mniejszej od jedności, jest ujemny, co w danym wypadku podaje wyraźnie zmniejszenie wzmocnienia. Popularnie powiedziałoby się, że wzmacniacz „obcina" 200 c/sek w stosunku do 1000 c/sek o 2,8 db.

Wielkość wzmocnienia względnego, podana w zależności od częstotliwości, nazywa się charakterystyką częstotliwości wzmacniacza. Tak samo można mówić o charakterystyce częstotliwości układu czy elementu, jak np. całego nadajnika, odbiornika, mikrofonu, głośnika, transformatora itp. Charakterystykę częstotliwości przedstawiamy najczęściej w postaci wykresu. Dla przykładu tab. 1 podaje sposób zestawienia wyników pomiarów wzmacniacza i przeliczenia do wykonania wykresu.

**Tabela I.**

| f | 62,5 | 175 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V | 1,26 | 1,650 | 2.448 | 2,0 | 1.65 | 1,42 | 0,796 |
| $\frac{V}{V_{1000}}$ | 0,63 | 0,825 | 1,224 | 1 | 0 825 | 0,71 | 0,398 |
| $20 \lg \frac{V}{V_{1000}}$ | −4 | −1 | +1 | 0 | −1 | −3 | −8 |

Wykres na rys. 2 podaje charakterystykę częstotliwości, wykonaną tak, że na osi odciętych odłożone są częstotliwości, a na osi rzędnych napięcia, albo, w innej skali, wzmocnienia względne.

Rys. 2

Na skali odciętych zauważyć można pewną dysproporcję w stosunku do wrażenia słuchowego, a mianowicie: zakres tonów, zawartych między częstotliwością 500 c/sek i 1000 c/sek, jako oktawa, obszarem swoim dla ucha jest tak samo duży, jak zakres częstotliwości od 2000 c/sek do 4000 c/sek, natomiast na wykresie zakresy te są różne co do wielkości. Powstała więc myśl zastosowania na osi odciętych skali logarytmicznej. Stosunki:

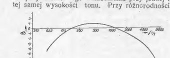
$$\frac{125}{62,5}; \ \frac{255}{125}; \ \frac{550}{250}; \ \frac{1000}{500}; \text{ i t. d.}$$

są sobie równe, więc ich logarytmy też są sobie równe. Odkładając na osi odciętych odcinki, odpowiadające pewnemu stosunkowi częstotliwości, np. odcinki, odpowiadające oktawą, otrzymujemy dla wzroku zakresy, odpowiadające zakresom dźwiękowym naszego słuchu. Dla wykonania takiej skali obieramy na osi odciętych dowolny punkt, przyjmując, że w tym miejscu odłożymy rzędną dla częstotliwości odniesienia i przy nim stawiamy liczbę 1000. Następnie na prawo odkładać będziemy odcinki, które w pewnej skali odpowiadać będą stosunkom częstotliwości wyższych do częstotliwości 1000. Dla częstotliwości niższych od 1000 c/sek logarytmy stosunków będą ujemne: odkładać je będziemy w lewo od częstotliwości odniesienia. Ponieważ logarytm liczby, dążącej do zera, zmierza do minus nieskończoności, to na osi odciętych nie może być oznaczenia (0) i nie będzie w ogóle osi rzędnych. Natomiast rysujemy w dowolnym punkcie prostopadłą do osi odciętych i na niej podajemy skalę rzędnych.

Skala osi rzędnych wykresu na rys. 2 posiada tę samą wadę, co skala osi odciętych. Kilkakrotne zmniejszenie i ciągłe dalsze zmniejszanie wzmocnienia względnego powoduje osłabienie wrażenia słuchowego o pewną wielkość czego rzędne wykresu dobrze nie zobrazowują. O wiele przejrzyściej przedstawia się wykres, jeżeli jako rzędne odkładać będziemy wielkości decy-

beli. W tych założeniach zrobiony wykres podaje rys. 3.

Ucho odczuwa różnicę wzmocnienia jednego db. przy zmianie tego wzmocnienia przy jednej i tej samej wysokości tonu. Przy różnorodności




Rys. 3

dźwięków muzyki i mowy zmniejszenie lub zwiększenie wzmocnienia względnego od 2 db. jeszcze nie daje się odróżnić. Dlatego przyjęto, że wzmacniacz jest wystarczająco dobry, jeżeli wykazuje różnicę wzmocnienia względnego o plus lub minus 2 db. Innymi słowami — tolerancja charakterystyki częstotliwości wzmacniacza wynosi plus minus 2 db. w stosunku do częstotliwości odniesienia.

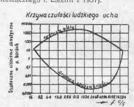
Jeżeli dwa wzmacniacze połączone są w szereg, np. w wypadku, kiedy wzmocnienie jednego jest niewystarczające, to wzmocnienie względne będzie iloczynem względnych wzmocnień poszczególnych wzmacniaczy, a w skali logarytmicznej ilość decybeli będą się dodawały. Dlatego wówczas każdy ze wzmacniaczy musi posiadać mniej na tolerancję charakterystyki częstotliwości, aby wypadkowa charakterystyka nie odbiegała od linii prostej poziomej więcej, niż o plus minus 2 db.

W podanym na wykresie przykładzie wzmacniacz odpowiada warunkom tolerancji w zakresie częstotliwości mniej więcej od 100 c/sek do 3000 c/sek; nadaje się on do rozmów telefonicznych. Dla przekazywania muzyki czy mowy, w celu wywołania wrażenia piękna dźwięku zakres częstotliwości przekazywanych winien być większy a mianowicie: od 30 c/sek do 12000 c/sek.



Rys. 4

Do wykresów w skali logarytmicznej stosuje się podziałkę, podaną na rys. 4. Pomiary wykonuje się nie tylko dla oktaw, ale i dla tonów pośrednich, aby dokładniej można było zdać sobie sprawę z przyczyn, powodujących odkształcenia charakterystyki częstotliwości od linii prostej. Podobnie do wzmocnienia względnego możemy w skali logarytmicznej odkładać ciśnienia powietrza w czasie drgań dźwiękowych. Jeżeli na osi odciętych odłożymy w skali logarytmicznej częstotliwości tonów, a jako rzędne odkładać będziemy też w skali logarytmicznej ciśnienia, przy których ucho zaledwie będzie w stanie dźwięk odczuć, to otrzymamy wykres progu czułości ucha. Podobnie możemy wykonać wykres granicy bólu. Obie krzywe schodzą się ze sobą w granicach słyszalności. Rys. 5 podaje powyższe wykresy, dla przeciętnie wrażliwego ucha ludzkiego (zaczerpnięte z kalendarza radiotechnicznego f. Elektrit z 1937).




Rys. 5

### Fon.

Z danych doświadczalnych przyjęto, że ton o częstotliwości 1000 c/sek jest ledwo słyszalny, jeżeli zmienna ciśnienia powietrza w czasie drgań osiąga wartość $2.10^{-4}$*) μ barów (mikrobarów). Moc akustyczna tych drgań, przypadająca na $cm^2$ powierzchni prostopadłej do kierunku promieniowania akustycznego przyję-

**Tabela II.**

**Skala głośności.**

| Fony | Stosunek mocy dźwięków | Rodzaj dźwięku |
|---|---|---|
| 0 | 1 | Granica słyszalności |
| 10 | 10 | Cichy szept, szum liści |
| 20 | 100 | Cichy ogród, mieszkanie |
| 30 | 1 000 | Szept, tykanie zegara |
| 40 | 10 000 | Rozmowa towarzyska |
| 50 | 100 000 | Spokojna ulica |
| 60 | 1 000 000 | Ruchliwa ulica, głośna muzyka |
| 70 | 10 000 000 | Duży hałas uliczny |
| 80 | 100 000 000 | Motocykle i samochody |
| 90 | 1 000 000 000 | Kabina samolotu |
| 100 | 10 000 000 000 | Hala maszyn w fabryce |
| 110 | 100 000 000 000 | Kuźnia, nitownia |
| 120 | 1 000 000 000 000 | Motor samolotu w odległ. 5 metrów |
| 130 | 10 000 000 000 000 | Granica bólu |

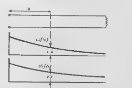
*) Do roku 1937 poziom zerowy wynosił $3,16 . 10^{-4}$ μ b (przyp. red.)

to za poziom, od którego poczynając należy mierzyć głośność. Głośność mierzy się decybelami, tj. dziesięciokrotnym logarytmem ze stosunku danej mocy do mocy poziomu słyszalności dla tonu częstotliwości 1000 c/sek. Tę ilość decybelów nazywa się ilością fonów. **Fon** jest więc miarą głośności — wyraża on ilość decybeli ponad poziom słyszalności przy tonie 1000 c/sek. Dla poziomu słyszalności wypada ilość fonów 0.

Tabela 2. Podaje skalę głośności w fonach dla różnego rodzaju dźwięków (wg kalendarza f. Elektrit).

### Neper.

Wyobraźmy sobie długą linię elektryczną dwuprzewodową prądu stałego. Skutkiem oporności linii napięcie między przewodami maleje w miarę oddalania się od źródła zasilającego. Jednocześnie skutkiem niedoskonałej izolacji linii następuje upływ prądu między przewodami, więc i natężenie prądu maleje w miarę wzrostu odległości od źródła. Zmalenie napięcia powoduje zmalenie prądu upływu, zaś zmalenie prądu powoduje zmniejszenie spadku napięcia. Spadek prądu i spadek napięcia obserwowane na




Rys. 6

obranym małym odcinku linii, wpływają na rozkład wielkości natężenia prądu i napięcia wzdłuż linii. Zmiany te wyrażają się funkcją wykładniczą — odpowiednie wykresy podaje rys. 6.

Takie przebiegi zmian napięcia i natężenia prądu można zaobserwować tylko na liniach bardzo długich. Wyraża się matematycznie zależność między napięciem a odległością od początku linii wzorem.

$$V_x = K \cdot \varepsilon^{-bx} \qquad (7)$$

Wielkości: K i b są stałe, zależne od oporu i upływności linii, zaś $\varepsilon$ jest wielkością niewymierną. Stosunek napięć w dwóch punktach linii będzie wyrażał się wzorem

$$\frac{V_{x_2}}{V_{x_1}} = \frac{K \cdot \varepsilon^{-bx_2}}{K \cdot \varepsilon^{-bx_1}} = \varepsilon^{-b(x_2-x_1)} \qquad (8)$$

Taki stosunek przedstawia się też często w postaci logarytmicznej.

$$\log \frac{V_{x_2}}{V_{x_1}} = -b(x_2 - x_1) \log \varepsilon \qquad (9)$$

Najprostszą postać matematyczną przybiera on, jeżeli za zasadę logarytmów przyjąć liczbę niewymierną $\varepsilon$.

$$\log \frac{V_{x_2}}{V_{x}} = -b(x_2 - x_1) \qquad (10)$$

$$\log_{\varepsilon} \varepsilon = 1 \qquad (11)$$

Ponieważ log z zasady = jedności, wtedy logarytm nosi nazwę logarytmu naturalnego i oznacza się przez ln. Stosując powyższe oznaczenia, napiszemy wzór (9) w postaci

$$\ln \frac{V_{x_2}}{V_{x_1}} = -b(x_2 - x_1) \qquad (12)$$

Pamiętać należy, iż zasadą logarytmów naturalnych jest liczba niewymierna

$$\varepsilon = 2{,}71828 \qquad (13)$$

Nasunęła się myśl wyrażania tłumienia linii przez logarytm naturalny ze stosunku napięć. Podobnie takim logarytmem można wyrażać tłumienie, spowodowane przez różne obwody elektryczne, również można podawać w ten sposób wzmocnienia. Stosunek napięć, którego logarytm naturalny równa się jedności, jest jednostką tłumienia i nazywa się neperem. Ilość neperów równa się liczbowo logarytmowi naturalnemu ze stosunku napięć.

Nie wchodząc w ściślejsze matematyczne określenie nepera, podajemy tylko, że

$$1 \text{ neper} = 8{,}686 \text{ decybeli} \qquad \textbf{(14)}$$

liczba ta wystarcza do przeliczeń praktycznych.

Stosowanie logarytmów dziesiętnych ma uzasadnienie swoje w ułatwieniu przeliczeń, zaś stosowanie logarytmów naturalnych upraszcza wzory w rozważaniach matematycznych — dlatego obydwa układy jednostek pomiarowych są stosowane w nauce. W radiotechnice posługujemy się najczęściej decybelem, jako jednostką pomiarową; natomiast w telekomunikacji przewodowej pomiary wykonane są przeważnie w neperach.

Inż. F. M.

# Zasady obliczania odbiorników i wzmacniaczy

(Dalszy ciąg)

Jak wspominaliśmy odbiornik musi spełniać trzy zasadnicze funkcje: 1) detekcja, 2) selekcja czyli wydzielanie żądanego sygnału, 3) wzmocnienie.

Pierwszą czynność spełnia tak zwany detektor, którego zadaniem jest zamiana modulowanego napięcia (prądu) wielkiej częstotliwości na napięcie (prądy) małej częstotliwości, o przebiegu identycznym z **obwiednią** — krzywą ograniczającą amplitudy napięć (prądów) wielkiej częstotliwości.

Rys. 1

Drugą czynność spełniają obwody, złożone z indukcyjności i pojemności, będące w rezonansie z częstotliwością odbieranych sygnałów wielkiej częstotliwości. Obwody rezonansowe muszą być włączone pomiędzy antenę i detektor, tak, aby tylko pożądany sygnał z całej ilości indukującej się w antenie przedostawał się do detektora.

Wzmocnienie sygnałów może mieć miejsce zarówno przed detektorem (wzmocnienie wielkiej częstotliwości), jak i po detektorze (wzmocnienie małej częstotliwości).

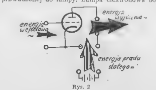
Wzmocnienie przed detektorem potrzebne jest z tego względu, że sygnały odległych stacji są bardzo małe, a także z tego powodu, że poniżej pewnego minimalnego napięcia detektorowanie jest mało efektywne i wprowadza przy małych sygnałach duże zniekształcenia.

Wzmocnienie po detektorze ma na celu wytworzenie odpowiednio silnych sygnałów zdolnych uruchomić głośnik.

Wzmacnianie odbywa się przy pomocy lamp elektronowych, które wraz z dodatkowymi elementami zwiększają energię doprowadzoną do wejścia wzmacniacza.

Normalnie stopień wzmacniający posiada obwody wejściowe, lampę elektronową, oraz obwody wyjściowe, jak to przedstawia rys. 1. Na rysunku E — oznacza siłę elektromotoryczną, Zw — oporność wewnętrzną źródła sterującą wzmacniacz, $A_1$ — obwody wejściowe (mogą to być obwody rezonansowe, transformatory, układy oporowo - pojemnościowe itp., $A_2$ — obwody wyjściowe, w których wydziela się energia. Energia z obwodów wejściowych steruje siatkę lampy elektronowej, zaś energię wyjściową pobieramy z obwodu anodowego lampy. Na skutek obecności lampy elektronowej, energia wyjściowa jest większa od energii wejściowej. Część wzmacniacza zawierającą lampę i obwody wyjściowe nazywamy **stopniem wzmacniającym.** Wejściem stopnia wzmacniającego jest siatka lampy elektronowej, zaś wyjściem sterująca siatka stopnia następnego, względnie przy wzmacniaczu końcowym, punkty do których przyłączamy obciążenie (głośnik). Oczywiście wzmacniacz zależnie od mocy może posiadać kilka stopni.

Chociaż wszystkie wzmacniacze powiększają moc, to jednak odróżnia się wzmacniacze **napięciowe** i wzmacniacze **mocy.** We wzmacniaczu mocy, moc wyjściowa jest już duża, bo służy do uruchomienia jednego czy kilku głośników. Również moc doprowadzona (wejściowa) może być odpowiednio duża. Oprócz tego we wzmacniaczu mocy, energia wyjściowa (prądu zmiennego) jest rzędu energii prądu stałego doprowadzonej do lampy. Lampa elektronowa bo-




Rys. 2

wiem jest jakby pewnego rodzaju przetwornicą (rys.2). Energia wyjściowa prądu zmiennego wydziela się kosztem energii prądu stałego zasilającej wzmacniacz. We wzmacniaczu napięciowym, moc wyjściowa jest b. mała w stosunku do mocy dostarczanej ze źródła prądu stałego. Wzmacniacz napięciowy charakteryzuje się:

1) współczynnikiem wzmocnienia $K = \frac{U_2}{U_1}$

oraz 2) charakterystyką częstotliwości $K = \phi(f)$ tj. zależnością spółczynnika wzmocnienia od

częstotliwości (f). Spółczynnik wzmocnienia wskazuje ile razy zwiększa się napięcie wyjściowe ($U_2$) w stosunku do napięcia wejściowego ($U_1$). Tutaj zatem nie interesuje nas stosunek mocy a tylko stosunek napięć.

Charakterystyka częstotliwości wskazuje w jakim zakresie częstotliwości wzmacniacz prawidłowo wzmacnia.

Wzmacniacze napięciowe można podzielić na:
1) wzmacniacze wielkiej częstotliwości,
2) wzmacniacze małej częstotliwości,
3) wzmacniacze szerokowstęgowe, dające mniej więcej równomierne wzmocnienie w dużym zakresie częstotliwości małych i wielkich.

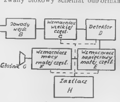
Tego typu wzmacniacze stosowane są w odbiornikach telewizyjnych a poza tym w układach pomiarowych itp.

Oprócz tego odróżnia się **wzmacniacze rezonansowe**, w których każdy stopień posiada lampę elektronową i obwód rezonansowy, nastrojony na częstotliwość sygnału doprowadzonego do wejścia wzmacniacza. W ten sposób wzmacniane są prądy tylko jednej częstotliwości (względnie wąskiego pasa częstotliwości), zaś wzmacniacz spełnia funkcję 1) wzmocnienia i 2) wydzielenia, tj. selekcji pożądanego sygnału.

Wzmacniacze tego rodzaju stosuje się głównie dla wielkich częstotliwości, przed detektorem.

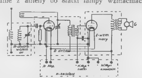
### Podział odbiorników.

Na podstawie powyższego możemy przedstawić tak zwany blokowy schemat odbiornika



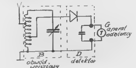

Rys. 3

1) Rysunek 3 przedstawia blokowy schemat odbiornika **tzw. bezpośredniego wzmocnienia.** A — oznacza antenę, B — obwody wejściowe sprzęgające antenę z siatką wzmacniacza wielkiej częstotliwości, C — wzmacniacz wielkiej częstotliwości, D — detektor, E — wzmacniacz napięciowy małej częstotliwości, F — wzmacniacz mocy małej częstotliwości, G — odbiorczy aparat (głośnik itp.), H — urządzenie zasilające lampy elektronowe (baterie i akumulator, prostownik itd). Obwody wejściowe mogą zawierać jeden lub kilka obwodów rezonansowych (zwykle nie więcej jak dwa), a rola ich to przekazywanie z anteny do siatki lampy wzmacniacza




Rys. 4

wielkiej częstotliwości sygnału o pożądanej częstotliwości, a osłabienie sygnałów przeszkadzających.




Rys. 5

Prostsze odbiorniki mogą nie posiadać wzmacniacza wielkiej częstotliwości, i wzmacniacza napięciowego małej częstotliwości, np. odbiornik dwulampowy na **rys. 4**. Najprostszy odbiornik to aparat detektorowy (rys. 5), posiadający obwód wejściowy, detektor i słuchawki.

### Odbiornik superheterodynowy.

Zasadniczą wadą odbiorników bezpośredniego wzmocnienia jest stosunkowo mała selektywność. W pierwszych latach rozwoju radiotechniki, gdy ilość stacyj nadawczych była niewielka, przeszkody ze strony stacyj sąsiednich nie były duże. Przy dzisiejszym „ścisku" w eterze, gdy częstotliwości stacyj forma nie różnią się od sąsiednich o 9 kc/s, wymagania odnośnie selektywności są b. duże. Selektywność odbiornika zależy od ilości obwodów rezonansowych i dobroci tych obwodów. Im więcej obwodów i im mniej strat one posiadają, tym odbiornik selektywniejszy. Ale powiększenie ilości obwodów komplikuje strojenie (kilka kondensatorów na jednej osi), poza tym dokładność jednogałkowego strojenia jest problematyczna, na skutek konieczych tolerancji w wykonaniu jednakowych cewek i kondensatorów. Poza tym bodaj największą ujemną stroną stosowania wielu pojedynczych obwodów jest zaostrzenie krzywej rezonansu, co wprowadza duże osłabienie wysokich tonów, a w związku z tym nienaturalność odbieranej audycji.

Jak wiadomo, gdy stacja nadawcza jest nie-modulowana, wtedy antena promieniuje energię o częstotliwości np. 1000000 c/s ( $\lambda$ = 300 m); jest to tak zwana fala nośna, (rys. 6a). W czasie modulacji np. tonem 450 c/s (w przybliżeniu ton A), stacja nadawcza wysyła równocześnie 3 częstotliwości, to jest falę nośną o f = 1000000 c/s, oraz tak zwane fale boczne, to jest o często-

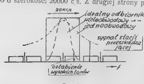
Rys. 6ab

tliwości = 1000000 $\pm$ 450 c/s czyli 1000450 oraz 999550 c/s (6b). Jeżeli graficznie złożymy trzy drgania o częstotliwościach f, f + F, f — F, otrzymamy znany przebieg wielkiej częstotliwości f, modulowanej częstotliwością małą F. Aby odbiornik odbierał bez zniekształceń, należy do detektora doprowadzić owe trzy częstotliwości. W czasie przekazywania mowy czy muzyki sta-



Rys. 7

cja nadawcza jest modulowana nie jednym tonem a całą mieszaniną tonów, które są zawarte n. p. w zakresie od 30 c/s do 10000 c/s. A zatem stacja nadawcza wysyła w czasie modulacji falę nośną, i całe widmo częstotliwości, w zakresie od np.: 1.000.030 — 1.010.000 oraz od 999970 — 990000 c/s. Są to tak zwane wstęgi boczne, jak to przedstawia rys. 7. Dla odbioru dobrej jakości odbiornik musiałby odbierać równomiernie całe widmo od 990000 c/s do 1010000, czyli widmo o szerokości 20000 c/s. Z drugiej strony po-




Rys. 8

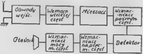
winien zupełnie nie odbierać częstotliwości poza tym widmem; wynika z tego, że krzywa rezonansu całego odbiornika powinna w idealnym wypadku mieć kształt prostokąta, jak to przedstawia rys. 8. Odbiornik posiadający jeden obwód posiada krzywą rezonansu jak to przedstawia linia kropka — kreskowana. Widzimy, że wprawdzie całe widmo jest stosunkowo dobrze przekazywane, ale równocześnie odbiera się stacje przeszkadzające.

Jeżeli zbudujemy odbiornik o wielu pojedynczych obwodach rezonansowych, wtedy krzywa rezonansu będzie zaostrzona (linia kreskowana) i chociaż stacje sąsiednie nie będą przeszkadzały, to odbiór stacji właściwej będzie niezadowalający, bo ulegną osłabieniu tony wyższe i audycja będzie „głucha" a nawet niezrozumiała. W rzeczywistości sprawa wygląda jeszcze go-



Rys. 9

rzej, ponieważ ze względu na brak miejsca w eterze stacje są oddalone co 9 kc/s, a zatem odbiornik powinien odbierać w zakresie $\pm$ 4,5 kc/s, obwodami pojedynczymi nie uzyskamy żądanej krzywej rezonansu. Jak widzimy selektywność i dobre odtwarzanie, są to dwa trudne do pogodzenia problemy. Nowoczesne odbiorniki posiadają możliwość regulacji selektywności (szerokości wstęgi), i w ten sposób pozwalają na dobranie optymalnych warunków odbioru.




Rys. 10

Odbiorniki superheterodynowe mogą posiadać teoretycznie dowolną ilość obwodów rezonansowych, które są nastrojone stale na jedną częstotliwość, a przez zastosowanie obwodów sprzężonych (obwody podwójne, lub potrójne), w każdym stopniu osiąga się wypadkową krzywą rezonansu w przybliżeniu prostokątną (rys. 9). Zależnie od odbieranej fali dostraja się jak to później zobaczymy tylko dwa lub trzy obwody (dwa lub trzy kondensatory zmienne), natomiast reszta obwodów, tak zwanych filtrów pośredniej częstotliwości nastrojona jest na jedną częstotliwość tzw. pośrednią.

Na rys. 10 przedstawiony jest schemat blokowy odbiornika superheterodynowego. Jak widzimy różni się on od odbiornika o wzmocnieniu bezpośrednim tym, że posiada dodatkowo nowe dwa człony (tzw. mieszacz), mianowicie, **1- stopień mieszający, oraz 2) wzmacniacz pośredniej**

**częstotliwości.** Te dwa dodatkowe stopnie są dla odbiornika superheterodynowego charakterystyczne.

Zadaniem stopnia mieszającego jest zamienić modulowany sygnał wielkiej częstotliwości, na sygnał innej częstotliwości (również wielkiej), tak zwanej częstotliwości pośredniej, bez zmiany częstotliwości i kształtu sygnału modulującego, to jest, bez zmiany obwiedni napięcia wielkiej częstotliwości. Jeżeli więc na przykład z anteny przychodzi do mieszacza sygnał o częstotliwości 1000 kc z modulacją 400 c s, to na wyjściu mieszacza otrzymujemy sygnał o częstotliwości np. 470 kc z modulacją również 400 c s.

Dzieje się to na skutek tego, że przy pomocy dodatkowego napięcia o innej częstotliwości (z tak zwanego oscylatora lub heterodyny), zmieniamy nachylenie lampy (a od tego zależy wzmocnienie stopnia); jeżeli nachylenie lampy zmieniać się będzie w takt zmian napięcia oscylatora, to znaczy z częstotliwością oscylatora (fo) a na siatkę sterującą mieszacza podamy napięcie przychodzące z anteny o częstotliwości (fa), wtedy w obwodzie anodowym mieszacza popłyną między innymi prądy o częstotliwości (fo + fa) oraz (fo — fa). Jeżeli w obwodzie anodowym umieścimy obwód rezonansowy nastrojony na jedną z tych wypadkowych częstotliwości np. na (fo — fa), wtedy powstanie na nim spadek napięcia o takiej samej częstotliwości, to jest (fo — fa), a inne ulegną osłabieniu. Przypuśćmy, że częstotliwość sygnału z anteny fa = 1000 kc s, częstotliwość oscylatora fo = 1470, to w obwodzie anodowym płyną prądy o częstotliwości fa + fo — 1000 + 1470 — 2470 kc/s, oraz fo — fa = 1470 — 1000 = 470 kc.

Jeżeli obwód anodowy nastroimy na częstotliwość f = 470 kc s, wtedy otrzymamy na nim napięcie o tej samej częstotliwości. Jeżeli obwody wejściowe będziemy dostrajać do sygnałów o częstotliwościach od 1500 kc ÷ 500 kc (200 — 600 m) i równocześnie będziemy zmieniali częstotliwość oscylatora od 1970 — 970 kc s, to w obwodzie anodowym mieszacza powstanie **niezależnie od odbieranej stacji** zawsze częstotliwość różnicowa 470 kc s. Jest to tak zwana częstotliwość pośrednia. Za stopniem mieszającym możemy włączyć szereg wzmacniaczy rezonansowych nastrojonych na częstotliwość pośrednią, i w ten sposób dowolnie zwiększyć selektywność. Tak więc uzyskujemy odbiornik o wielu obwodach rezonansowych, przy czym, do żądanej stacji dostrajamy się tylko dwoma kondensatorami zmiennymi (obwodu wejściowego i oscylatora) a inne obwody są raz nastrojone; w odbiorniku o bezpośrednim wzmocnieniu musielibyśmy równocześnie dostrajać się tyloma kondensatorami ile posiadamy obwodów rezonansowych

Drugą poważną zaletą odbiorników superheterodynowych jest jak już wspominaliśmy możliwość stosowania we wzmacniaczach pośredniej częstotliwości tak zwanych filtrów wstęgowych*), które pozwalają na otrzymanie w przybliżeniu prostokątnej krzywej rezonansu.

Dzięki tym zaletom odbiorniki superheterodynowe wyparły odbiorniki bezpośrednie, i są w tej chwili podstawowym typem nowoczesnego odbiornika.

W następnym artykule omówimy obwody rezonansowe oraz sprzężenie z anteną.

*) Oczywiście w odbiornikach bezpośrednich również można je zastosować, ale wtedy musimy równocześnie tyloma kondensatorami „kręcić" ile jest obwodów.

# Zasilanie odbiorników i wzmacniaczy z sieci prądu zmiennego

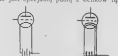
Urządzenia radiowe potrzebują do swej normalnej pracy źródeł napięcia do zasilania anod i siatek oraz obwodów żarzenia.

Powyższe napięcia zawierają się w granicach od kilku do kulkuset woltów, przy czym do zasilania obwodów anodowych i siatkowych napięcie musi być stałe, zaś dla obwodów żarzenia stosuje się napięcie stałe lub zmienne zależnie od wykonania i typów lamp.

### ZASILANIE OBWODÓW ŻARZENIA

Lampy odbiorcze i głośnikowe małej mocy posiadają katodę bezpośrednio, albo pośrednio żarzoną (rys. 1).

W wypadku pierwszym włókno wolframowe pokryte jest specjalną pastą z tlenków np. toru

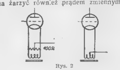


Rys. 1

lub baru, które w temperaturze ok 800—1000° emitują elektrony. Zależnie od mocy zasadniczej lamp włókno wymaga mniejszej lub większej

mocy do żarzenia. Lampy bateryjne pobierają moc od 30 mW (seria D) do 0,6W (seria B) przy napięciach od 1,2 do 4 woltów.

Lampy bateryjne wymagają do żarzenia napięcia stałego. Niektóre typy lamp głośnikowych można żarzyć również prądem zmiennym.




Rys. 2

W tym wypadku temperatura włókna zmienia się w takt zmienności prądu zmiennego, a w związku z tym waha się średni prąd elektronów emitowanych z katody, dając nieprzyjemny efekt akustyczny w głośniku w postaci przydźwięku (częstotliwość 2 . 50 = 100 c/s).

Z tego względu lamp o małej mocy żarzenia nie można stosować w odbiornikach zasilanych z sieci prądu stałego. Lampy głośnikowe większej mocy posiada włókno o większej masie, skutkiem czego temperatura ulega mniejszym wahaniom, a stąd i mniejszy przydźwięk.

W lampach tego rodzaju musi się dodatkowo symetryzować włókno przez odprowadzenie prądu anodowego z środka potencjometru (rys. 2).

Potencjometr o oporze zwykle około 100 omów, posiada w odbiornikach często wyprowadzenie ślizgacza na zewnątrz, którego położenie reguluje się na minimum przydźwięku w głośniku.

Żarzenie bezpośrednie posiadają również lampy prostownicze, ponieważ wahania temperatury są tu bez znaczenia, a poza tym włókno jest zwykle dość grube.

Lampy t. zwane sieciowe posiadają z reguły żarzenie pośrednie.

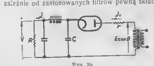
W tym systemie włókno zwinięte bifilarnie (zmniejsza się w ten sposób wpływ zmiennego strumienia magnetycznego na prąd elektronów) ogrzewa poprzez ceramiczną izolację rurkę np. niklową pokrytą pastą z tkankami toru lub baru. Rolę katody spełnia więc tu rurka z tlenkami, zaś włókno jest tylko grzejnikiem. Oczywiście na skutek pośredniego działania grzejnika, emisja elektronów ma miejsce dopiero po upływie pewnego czasu. Stare typy lamp wymagały około minuty na podgrzanie, nowe podgrzewają się szybciej (około kilkunastu sekund).

Napięcia żarzenia zawierają się w granicach od 2 do 6,3 wolta. Oprócz tych lamp stosuje się w odbiornikach na prąd stały i zmienny tak zwane lampy wysokowoltowe, które łączy się ze sobą szeregowo. Podczas gdy w poprzednich typach miarodajne dla lamp było napięcie żarzenia, lampy dla odbiorników uniwersalnych dzielą się na serje o ustalonym prądzie żarzenia. Lampy europejskie budowane są na prąd 200 mA, i 100 mA, amerykańskie na 300 mA i 150 mA. Zależnie od przeznaczenia napięcie przypadające na poszczególne lampy zawiera się w granicach od kilkunastu do kilkudziesięciu woltów. Istnieją również lampy, które można łączyć zarówno w szereg jak i równolegle. Są to ampy serji V o prądzie 50 mA i napięciu 55 albo 110 woltów. Lampy wysokowoltowe muszą posiadać b. dobrą izolację pomiędzy włóknem a katodą, wytrzymałą na napięcia do 400 wolt (szczególnie lampy prostownicze).

## Zasilanie obwodów anodowych i siatkowych.

Napięcia anod i siatek lamp muszą być bezwzględnie stałe. Najidealniejszym źródłem pod tym względem są baterie suche, względnie akumulatory; jednak eksploatacja takich urządzeń jest kosztowna i kłopotliwa.

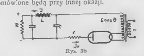
Dlatego, gdziekolwiek jest to możliwe, do zasilania stosuje się prąd zmienny, który poddaje się wyprostowaniu a następnie — filtrowaniu. W efekcie otrzymujemy napięcie stałe, posiadające zależnie od zastosowanych filtrów pewną składową zmienną, którą staramy się zmniejszyć do minimum tak, aby przydźwięk w głośniku nie przeszkadzał w odbiorze.




Rys. 3a

W odbiornikach i wzmacniaczach małej mocy, stosuje się na ogół lampy prostownicze próżniowe (względnie suche prostowniki) oraz filtry o wejściu pojemnościowym.

W urządzeniach dużej mocy (nadajniki, wzmacniacze), stosuje się lampy rtęciowe oraz filtry z wejściem dławikowym. Tego typu prostowniki omówione będą przy innej okazji.



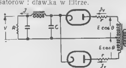

Rys. 3b

W urządzeniach małej mocy stosuje się układy o prostowaniu jednokierunkowym i dwukierunkowym (dwupołówkowym) rys. 3, a, b i 4.

Układy na rys. 3a i b są zupełnie sobie równoważne; w wypadku jak na rys. 3b transformator ma o jedną końcówkę mniej.

Przy obliczaniu i konstruowaniu prostowników przed radioamatorem stoją następujące problemy:

Dane jest napięcie i prąd zasilania odbiornika oraz dopuszczalne tętnienie (przydźwięk). Należy obliczyć transformator, dobrać odpowiednią lampę prostowniczą, oraz określić wielkości kondensatorów i dławika w filtrze.



Rys. 4

Aby rozwiązać te zadania musimy przeanalizować warunki pracy prostownika.

**Przebieg pracy prostownika jednokierunkowego.**

Źródło o napięciu sinusoidalnym i amplitudzie E ładuje poprzez opór „r" kondensator C. (pomijamy wpływ filtru na przebieg ładowania). W stanie ustalonym na kondensatorze utrzymuje się pewne napięcie (rys. 5), którego średnia wielkość równa się „V".

Rys. 5

Jak widzimy kondensator zaczyna się ładować wtedy, gdy napięcie transformatora staje się większe aniżeli napięcie na kondensatorze. Prąd ładowania płynie tak długo, dopóki napięcie na kondensatorze nie zrówna się z napięciem transformatora. Od tego momentu kondensator zaczyna się rozładowywać przez zewnętrzny opór R.

Opór „r" określa sumę wewnętrznego oporu lampy prostowniczej (Ra), oporu uzwojenia wtórnego transformatora, oraz przeniesiony na stronę wtórną opór uzwojenia pierwotnego.

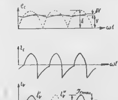
$$r = R_a + R_s + n^2 \cdot R_p \quad . \quad . \quad 1$$

Opór „R" określony jest obciążeniem prostownika i równa się napięciu zasilenia odbiornika podzielonemu przez prąd odbiornika. Oprócz tego opór R zawiera opór uzwojenia dławika filtru

$$R = \frac{V}{I} = \frac{U_0}{I} + R_{dł} \quad . \quad . \quad 2$$

Napięcie na kondensatorze C zmienia się w stosunku do średniego napięcia V o wartość $\delta$V. Jest to tak zwane tętnienie powodujące przydźwięk w głośniku. Tętnienie jest tym większe im mniejszy opór R (większy prąd obciążenia) i im mniejszy kondensator.

Jeżeli opór R jest nieskończenie wielki (praktyczny wypadek, gdy lampy odbiorcze dostatecznie się nie podgrzały) napięcie na kondensatorze osiąga **wartość maksymalną** napięcia zasilającego. Musimy to uwzględnić przy doborze kondensatorów



Rys. 6

**W prostowniku dwukierunkowym** kondensator ładuje się co pół okresu, dzięki czemu napięcie średnie jest większe aniżeli w prostowniku jednokierunkowym; podobnie zmniejsza się tętnienie

Rys. 6, przedstawia przebieg prądu i napięcia w tym układzie. Jak widzimy każdy system (anoda — katoda) lampy i połówka uzwojenia wtórnego pracuje co drugą połowę okresu. Częstotliwość składowej zmiennej (tętnienia) jest tu dwa razy większa aniżeli w układzie jednokierunkowym. Przy częstotliwości sieci 50 c s tętnienie w układzie dwukierunkowym ma częstotliwość zasadniczą 100 c.s. Oprócz tego ponieważ przebieg ten jest w przybliżeniu trójkątny zawiera również wyższe harmoniczne oczywiście o amplitudzie mniejszej od częstotliwości zasadniczej. Układy filtrujące oblicza się właściwie dla częstotliwości zasadniczej to jest 50 c/s (układ jednokierunkowy) lub 100 c/s (układ dwukierunkowy). Należy jednak zwrócić uwagę na wyższe harmoniczne, na które ucho ludzkie bardziej reaguje. Np. przy równych amplitudach ton 500 c s jest pozornie o 30 **db!** silniej odczuwany, aniżeli ton 100 c/s. W praktyce często właśnie w głośniku słyszymy przydźwiąk o tonie wysokim (500 c/s).

Piąta harmoniczna wynosi w tym przebiegu około 4% amplitudy podstawowej (t. zn. 100 c/s).

Tętnienie określa się jako stosunek $\frac{\delta V}{V}$, to jest amplitudy składowej zmiennej do napięcia stałego (wyprostowanego). Tętnienie określa się często w procentach:

$$S = \frac{\delta V}{V} \cdot 100\% \quad . \; . \; . \quad (3)$$

albo w procentach skutecznego napięcia tętnienia do napięcia stałego, to jest

$$S' = \frac{\delta V / \sqrt{2}}{V} \cdot 100\% \quad . \; . \; . \quad (4)$$

przyjmując okrągło, że przebieg jest sinusoidalny a nie trójkątny.

W praktyce przebieg jest pośredni, a wartość skuteczna liczona z przyjęcia $\delta V$ jako amplituda napięcia sinusoidalnego różni się od skutecznej wartości napięcia częstotliwości podstawowej o kilkanaście procent, co ostatecznie można pominąć.

Jakie jest dopuszczalne tętnienie w urządzeniach radiowych:

1. W nadajnikach fonicznych, odbiornikach i wzmacniaczach dopuszcza się $S = 0{,}5\ 10^{-3}$ to jest 0,05%.

2. W nadajnikach telegraficznych i telefonii handlowej $S = 0{,}1 \div 0{,}2\%$.

W odbiornikach moc tętnienia na głośniku określa się często w stosunku do mocy 50 mW Przy lampach o oporze optymalnym 7000 omów (pentody 9 watowe) napięcie tętnienia na zaciskach transformatora głośnikowego nie powinno być większe niż 0,1 — 0,15 wolta.

(D. c. n.)

# Przegląd schematów

W numerze bieżącym podajemy schematy kilku odbiorników, wypróbowanych i zamieszczonych w swoim czasie w różnych czasopismach.

**1. Dwójka na prąd stały i zmienny** (ORA 1.1939)

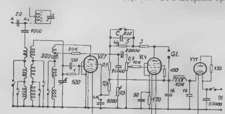
Przy zastosowaniu nowoczesnych pentod i dobrego głośnika dynamicznego, dwulampowym odbiornikiem uzyskać można odbiór wprawdzie niewielu stacyj, ale o bardzo dobrej jakości.

Poniżej (rys. 1) widzimy jednoobwodowy odbiornik uniwersalny na trzy zakresy. Dla możliwie ekonomicznej eksploatacji zastosowano lampy serii „V", to jest VF7, VL4, VY1.

lampy pierwszej włączony jest regulator barwy tonu. Siłę głosu reguluje się potencjometrem 0,5 megoma w obwodzie siatki lampy głośnikowej

Pomiędzy anodami lamp widzimy kombinację oporów i kondensatorów służących dla zmniejszenia zniekształceń, przy pomocy ujemnej reakcji.

Aby powiększyć wzmocnienie w zakresie tonów niskich (przyjemne dla ucha podkreślenie basów), układ ujemnej reakcji posiada elementy których opór zależny jest od częstotliwości. Przy wyższych tonach opór $W_3$ jest zwierany przez pojemność C i w ten sposób wprowadza się większe zmienne napięcie na siatkę lampy. Ponieważ napięcie to jest znaku przeciwnego niż napięcie pierwotne, następuje zmniejszenie wzmocnienia wysokich tonów.



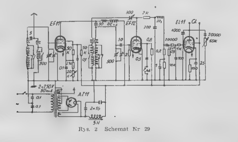
Rys. 1 Schemat Nr 28

Przy lampach serii C' należałoby wstawić odpowiedni opór w obwód żarzenia.

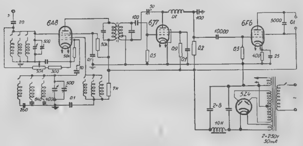
Obwód wejściowy składa się z zespołu cewek na 3 zakresy fal. Dla wyeliminowania stacji lokalnej włączamy antenę poprzez eliminator; przy odbiorze silnej stacji lokalnej, dla uniknięcia przesterowania, włączamy antenę przez mały kondensator (20 pF). W obwodzie anodowym

Dla zrozumiałego odbioru audycyj słownych uwydatnienie basów jest niepożądane, dlatego zastosowano specjalny zwieracz, i w ten sposób ujemna reakcja działa jednakowo dla wszystkich

tonów. Odbiornik zasilany jest z sieci prądu stałego, lub zmiennego przy czym lampa prostownicza włączona jest dla pracy zarówno na prądzie stałym jak i zmiennym. Ma to tę dobrą stronę przy pracy z sieci prądu stałego, że lampa prostownicza chroni kondensatory elektrolityczne przed uszkodzeniem w razie nieprawidłowego włączenia do sieci (zacisk górny na schemacie ma być połączony z plusem sieci). Cewki nawiniemy n. p. według danych w artykule „Cewki do odbiorników". Patrz str. 25.



Rys. 2 Schemat Nr 29



Rys. 3. Schemat Nr 30

## 2. Odbiornik dwuobwodowy.

Bardziej doświadczony amator, po eksperymentach nad dwójkami, buduje odbiornik ze wzmocnieniem wielkiej częstotliwości. Odbiorniki tego typu, o ile posiadają cewki dobrej jakości, pracują nie wiele gorzej od superów, a są prostsze w zestrajaniu.

Poniżej (rys. 2) podajemy schemat dwuobwodowego odbiornika na lampach serii E-11. Również dobrze zastosować tu można lampy innego typu, n. p. amerykańskie; zmienić by tylko należało, zależnie od lampy głośnikowej, jej opór katodowy.

Antena sprzężona jest pojemnościowo — indukcyjnie z pierwszym obwodem, przy czym dla fal średnich i długich jest wspólna cewka antenowa (taki układ nie jest zresztą obowiązujący, mogą być zespoły o dwu cewkach antenowych) Pierwsza lampa jest selektodą (EF11, AF3, 6K7,

RV12P4000). Dla regulacji siły odbioru, służy zmienny opór w katodzie tej lampy; zmienia on ujemne napięcie siatkowe, a w ten sposób wzmocnienie

W obwodzie anodowym lampy pierwszej widzimy dwa dławiki, z których pierwszy krótkofalowy zastąpić można oporem 10 K Ω (efekt jest jednak gorszy). Kondensator 50 — 100 pF (im mniejszy, tym selektywniejszy odbiór) sprzęga anodę z następnym obwodem rezonansowym.

Z cewkami drugiego obwodu, sprzężone są cewki reakcyjne; reakcję reguluje się mikowym kondensatorkiem 300—500 pF. Zależnie od odbieranego zakresu zwiera się odpowiednie przełączniki, jak to podaje szkic na rysunku. Lampa druga spełnia funkcję detektora, na tym miejscu można użyć lampy EF12, AF7 RV12P2000, 6J7 lub t, p..

Celem niedopuszczenia prądów wielkiej częstotliwości oraz dla stabilnej reakcji na całym zakresie, w obwodzie anodowym lampy włączony jest filtr 2k Ω, 200pF oraz dławik wielkiej częstotliwości. Dla odtwarzania muzyki z płyt gramofonowych wykorzystuje się siatkę ekranującą. Przy odbiorze należy **zaciski adaptera zewrzeć.** Napięcie małej częstotliwości steruje końcową pentodę 9-watową. Może tu być użyta EL11, AL4, AL2, 6V6, 6F6, lub n. p. RL12 P10.

W obwodzie siatki włączony jest filtr oporowo-pojemnościowy oraz opór 1k Ω dla stłumienia drgań pasożytniczych (zwłaszcza przy lampach EL11, AL4, EL3). W obwodzie anodowym włączony jest poprzez transformator) głośnik z dopasowaniem, na 7000 omów (5000 dla 6V6). Zasilacz z lampą AZ1, AZ11, 5Z4, lub RG12D Transformator 2 × 250V 50mA.

### Supery.

Początkujących amatorów odstrasza budowa superów, ze względu na konieczność wystrojenia kilku obwodów, do czego potrzebne jest pewne doświadczenie, no i signalgenerator. Uprzedzenia te jednak należy zwalczać i rozpocząć eksperymenty. Poniżej podajemy układy dwu prostych superów.

### 3. Super 4-ro obwodowy z reakcją. (rys. 3).

W odbiorniku tym zastosowano lampy amerykańskie, jakie na rynku stosunkowo łatwo zdobyć. Równie dobrze możemy zastosować lampy serii A lub E (Ak2, AF7, AL4, lub EK2, EF6, EL3).

Antena sprzężona jest wprost z pierwszym obwodem przez mały kondensator (20 — 50pF). Dla regulacji siły głosu równolegle do obwodu włączona jest część potencjometru 50kΩ, druga część potencjometru leży w katodzie lampy 6A8. W ten sposób mamy równocześnie regulację przez zmianę ujemnego napięcia, oraz przez tłumienie obwodu. W obwodzie siatki części triodowej włączone są trzy zespoły oscylatora z odpowiednimi padingami. Anoda lampy 6A8 połączona jest z filtrem pośredniej częstotliwości 465 kc/s. Możemy tu użyć filtr pośredni z jakiegoś starego odbiornika, przy czym dodatkowo robimy odczep w ¼ ilości zwojów dla reakcji. Anodę lampy 6J7 łączymy z dolnym końcem transformatora poprzez kondensator ściskany 50pF (trimer). Gdy odbiornik uruchomimy, należy ten kondensator tak wyregulować, aby odbiornik był możliwie selektywny, a jednocześnie aby nie oscylował. Po detekcji w lampie 6J7, napięcie małej częstotliwości steruje lampę końcową 6F7. Dławik i kondensator w obwodzie anody 6J7 nie dopuszczają prądów wielkiej częstotliwości do stopnia końcowego. Cewki możemy nawinąć na ferrokartach albo według poniższego opisu.

Nawijamy na cylindrach o średnicy 18 mm każdą cewkę średniofalową i długofalową, dzielimy na dwie sekcje o szerokości 5 mm, przy czym jedną sekcję nawijamy w karkasie, który da się w pewnych granicach przesuwać i w ten sposób umożliwi regulację indukcyjności.

**Cewki wejściowe:**

fale krótkie — 9 zwojów, drut 0,8 cm,

fale średnie — 2 sekcje do 50 zwojów, drut 0,15 em — jedwab,

fale długie — 2 sekcje po 160 zwojów, drut 0,15 em — jedwab.

**Cewki oscylatora:**

fale krótkie — 8 zwojów, drut 0,8, cewka reakcyjna 8 zwojów, drut 0,1,

fale średnie — 2 sekcje po 34 zwojów, drut 0,15, reakcja 40 zwojów, drut 0,1,

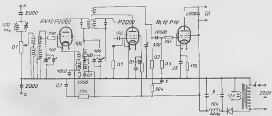
fale długie — 2 sekcje po 55 zwojów, drut 0,15, reakcja 60 zwojów, drut 0,1.

Oczywiście o wiele lepsze wyniki otrzymamy z cewkami na rdzeniach ferromagnetycznych, ale i na tych cewkach wyniki nie będą złe.

**Strojenie.** Po sprawdzeniu montażu, i napięć przystępujemy do strojenia. W tym celu włączamy ze signalgeneratora na siatkę sterującą lampy 6A8 sygnał modulowany o częstotliwości 465 k/c. Kondensator reakcyjny (ściskany) ustawiamy na minimalną pojemność. Podstrajamy oba obwody filtra aż do otrzymania maksimum siły w głośniku (ewentualnie maksimum napięcia na wo tomierzu równolegle podłączonym do głośnika); następnie pokręcamy kondensator reakcyjny tak, aby siła i selektywność jeszcze wzrosła i przy dalszym kręceniu powinno nastąpić puknięcie i gwizd; zmniejszamy pojemność tak, aby gwizd ustał i ton w głośniku był czysty oraz zabezpieczamy lakierem kondensator.

Po wyregulowaniu transformatora pośredniej częstotliwości, przełączamy na fale średnie i do zacisku antenowego włączamy signalgenerator. Nastawiamy na częstotliwość 1500 m i regulujemy trimer przy kondensatorze oscylatora tak, aby odebrać sygnał na początku skali.

tencjometra 0,1 Meg., przy pomocy którego w prosty sposób reguluje się siłę głosu. Między anteną a odbiornikiem, włączony jest obwód (eliminator) nastrojony na częstotliwość pośrednią f = 470 kc s. Anoda lampy pierwszej połączona jest z cewką filtru pośredniej, a następnie w



Rys. 4. Schemat Nr 31

Następnie przestrajamy signalgenerator na częstotliwość 500 kc/s i przesuwając górną sekcję cewki oscylatora staramy się odebrać sygnał na końcu skali. To samo robimy na falach długich na częstotliwości 150 kc/s. Na zakończenie przystępujemy do wyregulowania obwodów wejściowych. Na zakresie fal średnich nastawiamy signalgenerator na częstotliwość 1400 kc/s i regulujemy trimer równoległy do kondensatora strojeniowego; następnie nastawiamy na częstotliwość 600 kc/s i zmianą przesunięcia sekcji cewki wejściowej regulujemy na maksimum. Na falach krótkich regulujemy rozsuwaniem lub zsuwaniem zwojów cewki (oscylatora). Zestroić możemy również na słuch, korzystając ze stacyj, ale do tego trzeba już dużego doświadczenia.

Na zakończenie podamy układ supera z pentodą jako lampą mieszającą. W czasach, kiedy nie znano lamp takich jak heptody, oktody itd., budowano stopnie mieszające z pentodami. Wobec dużej ilości na rynku lamp RV 12 P2000 podajemy układ prostego supera. Antena sprzężona jest z cewką antenową, przy pomocy po-

szereg z cewką strojoną oscylatora. W obwodzie katody włączona jest cewka reakcyjna; w ten sposób między katodą a siatką istnieją dwa napięcia, oscylatora i napięcie z anteny. Lampa pierwsza ma w katodzie duży opór (3kΩ) i pracuje jako detektor anodowy. Jest to mieszanie tak zwane sumujące.

W drugim stopniu lampa RV12 P2000 pracuje jako detektor siatkowy z reakcją, po niej stopień końcowy na 9-watowej pentodzie RL12 P10; oczywiście możemy zastosować również dwie RV12 P2000 równolegle, jak to opisano w Nr 10 1946, str. 26; moc wyjściowa będzie naturalnie mniejsza. W części prostowniczej dać można prostownik selenowy i całość zasilać z małego przewiniętego na 12V transformatora dzwonkowego.

Cewki najlepiej nawinąć na rdzeniach. Cewki reakcyjne posiadają $\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$ zwojów odpowiednich cewek obwodu.

Inż. F. M.

# Wzorzec częstotliwości

**Dokładne określenie częstotliwości jest podstawowym pomiarem w radiotechnice. Poniżej autor podaje przegląd urządzeń do pomiarów częstotliwości oraz opisuje wzorzec częstotliwości wykonany dla laboratorium „Radia".**

Wszelkie przebiegi elektryczne np. prąd, napięcie, natężenie pola itd. zmieniające się i powtarzające w czasie, można scharakteryzować ogólnie następującymi własnościami:

1) kształt przebiegu,
2) amplituda (wartość maksym.) przebiegu,
3) czas trwania 1 przebiegu, względnie ilość jednakowych powtarzających się przebiegów w jednostce czasu.

Rys

Weźmy pod uwagę prąd zmienny, zmieniający się sinusoidalnie (rys. 1). Nazwa „sinusoidalnie" określa nam z góry pierwszą właściwość, to jest kształt przebiegu.

Znając wartość maksymalną przebiegu (Imax) potrafimy obliczyć jego tak zwaną wartość skuteczną, to jest równoważną w działaniu cieplnym prądowi stałemu.

Kształt przebiegu praktycznie określamy przy pomocy oscylografu. Wartość maksymalną możemy zmierzyć odpowiednimi przyrządami (albo nawet określić przy pomocy tego samego wy cechowanego oscylografu).

Pozostaje do określenia trzecia właściwość, a mianowicie czas trwania jednego przebiegu czyli tak zwany okres.

W elektrotechnice **okres** oznacza się literą „T" i mierzy w sekundach albo w częściach sekund (mili lub mikrosekundach).

Ponieważ operowanie ułamkami czasu jest niewygodne, technicy używają jednostki będącej odwrotnością okresu i nazwanej **częstotliwością**. Częstotliwość określa nam ilość okresów przypadających na 1 sekundę, i oznacza się ją literą f (od nazwy międzynarodowej frekwencja, ang. frequency, niem. Frequenz itd). Tak np. mówi się, że częstotliwość prądu w sieci oświetleniowej wynosi 50 okresów na sekundę, czyli że na 1 sekundę przypada 50 pełnych przebiegów. Jeden okres trwa zatem $\frac{1}{50}$ sek — 0,02 sek — 20 milisekund. Zamiast operować częściami sekundy mówimy wprost częstotliwość równa się 50 okresów na sekundę.

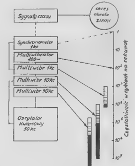
Jednostką częstotliwości jest więc 1 okres na sekundę (okr/sek). W radiotechnice używa się zamiast okresów na sekundę, wyrażenia cykl na sekundę i oznacza (c/s). Dla częstotliwości większych używa się jednostek pochodnych a mianowicie:

1 kilocykl/sek — kc/s — 1000 cykli/sek
1 megacykl/sek — Mc/s — 1000000 c/s — 1000 kc/s.

Nazwa jednostek cykl/s, kilocykl/s i megacykl/s używana jest między innymi w krajach anglosaskich. W Związku Radzieckim, w literaturze niemieckiej i innych używa się nazwy 1 Hertz (Hz) na cześć fizyka Hertza. Pochodnymi są Kilohertz (kHz) Megahertz (MHz).

### W jaki sposób mierzy się częstotliwość?

Najprościej byłoby liczyć w określonym czasie ilość przebiegów; praktycznie możliwe to jest tyko przy bardzo małych częstotliwościach (2 — 3 c/s) przy czym dokładność pomiaru jest zależna od długości czasu pomiaru no i przede wszystkim od dokładnego określenia czasu.



Rys. 2

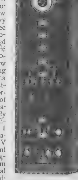
Jak więc widzimy pomiar częstotliwości sprowadza się więc ostatecznie do pomiaru czasu.

Dokładny pomiar czasu przeprowadzają obserwatoria astronomiczne, które podają sygnały czasu drogą radiową. Na terenie Europy najdokładniejsze sygnały podaje obserwatorium w Greenwich na fali około 18750 m (stacja Rugby).

Pomiar częstotliwości bezpośrednio przy pomocy czasu jest kłopotliwy i dlatego radiotechnicy wykonali tak zwane wzorce częstotliwości. Ogólny szkic wzorca przedstawia rys. 2.

Oscylator kwarcowy w termostacie (stabilizacja temperatury) synchronizuje poprzez wzmacniacz izolujący tak zwane multiwibratory. Multiwibrator jest to układ zwykle dwulampowy, który wytwarza przebiegi zniekształcone np. prostokątne. Jak wynika z analizy matematycznej krzywą taką można przedstawić szeregiem częstotliwości będących wielokrotnością częstotliwości podstawowej multiwibratora (zupełnie dobrze wykrywalne 200 harmoniczne). Multiwibrator posiada jeszcze jedną bardzo pożyteczną właściwość a mianowicie daje się stosunkowo łatwo synchronizować sygnałem o częstotliwości kilka razy większej np. 5 itd. W ten sposób np. oscylator 50 kc/s synchronizuje multiwibrator o częstotliwości podstawowej 10 kc/s, a dokładność i stabilność częstotliwości multiwibratora i jego harmonicznych jest taka sama jak synchronizującego oscylatora kwarcowego. Jest to tak zwane obniżanie częstotliwości; dokładniejsze omówienie pracy multiwibratora podamy niżej, obecnie powrócimy do naszego wzorca.

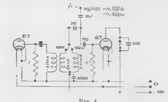
Multiwibrator 10 kc, synchronizuje w podobny sposób multiwibrator 1000 cykli i następnie 100 cykli. Tak więc multiwibratory 50 kc/s, 10 kc/s, 1000 c/s i 100 c/s, wytwarzają całą gamę harmonicznych od 100 cykli aż do 25 megacykli (multiwibrator 50 kc). Na przykład włączając odbiornik do multiwibratora 10 kc otrzymujemy co 10 kc/s sygnał, a więc np. (na falach długich) 210, 220, 230, 240 itd. Z multiwibratora 50 kc: 50 kc, 100 kc, 150 kc, 200 kc itd. Wszystkie te częstotliwości są tak dokładne jak dokładną jest częstotliwość oscylatora kwarcowego. Z multiwibratora 1000 cykli doprowadza się napięcie do zegara synchronicznego, którego obroty jak wiadomo, a zatem wskazywany czas zależy wyłącznie od częstotliwości zasilającego prądu. Dodatkowo zegar posiada obrotową skalę mikrometryczną z kontaktem zamykającym się co 1 sekundę. Można przy jego pomocy otrzymywać **sygnały co 1 sekundę.** W ten sposób możemy porównywać sygnały nadawane drogą radiową z sygnałami tego zegara z dokładnością $\frac{1}{100}$ sekundy. Przez małe przestrojenie oscylatora kwarcowego można wzorzec częstotliwości dokładnie wyregulować. Fotografia na **rys. 3** przedstawia podobny wzorzec częstotliwości wykonany przez znaną firmę amerykańską **General Radio Co.** Urządzenie to zawiera około 30 lamp i kosztuje około 3000 dolarów. Dokładność wzorca **± 5 części na 10 milionów.** Tak dokładne urządzenia stosowane są w pierwszorzędnych laboratoriach, głównych urzędach miar itp. Na podobnej zasadzie zbudowane są również tak zwane zegary kwarcowe, stosowane w obserwatoriach astronomicznych i konkurujące z powodzeniem z mechanicznymi. W warunkach gdzie się takiej dokładności nie wymaga stosowane są wzorce drugiego rzędu (substandart). Są one nieco uproszczone, ale w zasadzie składają się z tych samych elementów. Dokładność gwarantowana 1 na milion. W takich urządzeniach wyrównanie częstotliwości odbywa się przez porównanie sygnałów wzorca z sygnałem wysyłanym przez wzorzec pierwszej klasy (o dokładności o jeden rząd większej). Aby ułatwić radiotechnikom kontrolowanie wzorców w Ameryce (pod Waszyngtonem) istnieje specjalna stacja nadawcza Państwowego Urzędu Wzorców (National Bureau of Standards), która nadaje dzień i noc sygnały określonych częstotliwości z dokładnością 1 na 50 milionów. Stacja ta nosi znaki WWV i nadaje między innymi sygnały czasu (w połączeniu z obserwatorium marynarki U. S. Naval Observatory); częstotliwości nośne z modulacją 440 cykli (ton A) i 4000 c/s. Częstotliwości nośne są 2,5 Mc (1kW) 5 Mc (10kW), 10 Mc (10kW), 15 Mc (10kW) oraz 20, 25, 30, 35 o mocach rzędu 100 W. Co pół godziny stacja melduje swój znak wywoławczy. Dokładniejsze szczegóły o tej stacji, można znaleźć między innymi w artykule czasopisma **FM and Television June 1947.** Porównanie częstotliwości posiadanego wzorca i stacji WWV można wykonać przez zdudnienie odpowiedniej harmonicznej, ewentualnie przy pomocy oscylografu dla częstotliwości 4000 c/s.



Rys. 3

Amatorskie wzorce są o wiele prostsze. Bardzo dobrymi są tak zwane kalibratory (rys. 4), kwarc oszlifowany w ten sposób, że może oscylować na częstotliwości 100 kc/s (na długość) i 1000 kc/s (na grubość) stabilizuje oscylator, w którego obwodzie anodowym płynie prąd zniekształcony posiadający wiele harmonicznych wielokrotnych 100 lub 1000 kc/s. W braku kwarcu można również zbudować oscylator, który jest mało wrażliwy na zmiany napięcia i inne czynniki np. transitronowy. Oczywiście dokładność będzie mniejsza, ale w wielu wypadkach amatorowi wystarczająca. Sposób wyregulowania takiego oscylatora podamy niżej.

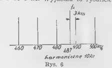
Opisane urządzenia służyły do wytwarzania określonych częstotliwości. Można przy ich pomocy mierzyć również nieznane częstotliwości. Ogólne zasady takiego pomiaru przedstawia rys. 5.



Rys. 4

Przy pomocy odbiornika odbieramy równocześnie mierzony sygnał oraz szereg harmonicznych z multiwibratora 10 kc. W słuchawkach usłyszymy ton będący różnicą danej częstotliwości (fx) oraz jednej z harmonicznych multiwibratora. Ton ten zawierać się może w granicach od 0 do 5 kc. Wyjaśnia to rysunek 6

Rys. 5




Rys. 6

Niech np. mierzona częstotliwość wynosi **487 kc.**, wtedy powstanie ton różnicowy 3 kc to jest różnica pomiędzy 49 harmoniczną 10 kc, czyli 490 kc, a mierzoną 487 kc. Pomiar różnicowej częstotliwości wykonuje się przy pomocy wycechowanego akustycznego generatora (tongeneratora). Gdy tongenerator wytwarza częstotliwość bliską różnicowej, w słuchawce słyszymy okresowe zanikanie tonu, (dudnienie). Dokładniejszy pomiar uzyskamy dając napięcie o częstotliwości różnicowej na jedną parę płytek oscylografu zaś z tongeneratora na drugą. W wypadku równości częstotliwości na ekranie oscylografu zobaczymy elipsę. Zatem przy pomiarze musimy użyć wyskalowanego odbiornika (dla określenia rzędu harmonicznej) oraz tongeneratora. Dla prostych pomiarów (bez użycia wzorca częstotliwości) stosowane są falomierze heterodynowe (dokładność do 0,01 %), które omówimy w innym artykule.

Obecnie podamy opis wzorca częstotliwości, które autor wykonał dla laboratorium czasopisma „Radio".

Założenia autora były następujące:

1) Możliwość wykonywania pomiarów i cechowania urządzeń w zakresie małej i wielkiej częstotliwości,
2) harmoniczne powinny być odbierane na przeciętnym odbiorniku do częstotliwości 20 kc/s,
3) wyjście wielkiej częstotliwości możliwie niskoomowe,
4) sygnał małej częstotliwości 1000 c/s możliwie sinusoidalny, o wielkości pozwalającej na bezpośrednie sterowanie płytek oscylografu.

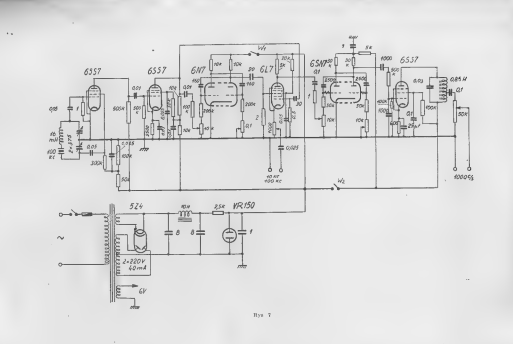
Układ przedstawia rys 7. Widok zewnętrzny rys. 8 ab.

W urządzeniu 7a stosowano kwarc 100 kc umieszczony w bańce próżniowej; dzięki czemu zmiany temperatury mają mały wpływ na częstotliwość kwarcu. Pierwsza lampa spełnia funkcję oscylatora o częstotliwości 100 kc/s. Obwód oscylacyjny tworzy kwarc z cewką i kondensatorami. Reakcję, otrzymuje się z obwodu siatki ekranującej. Częstotliwość kwarcu możemy w małych granicach zmieniać (do kilkudziesięciu cykli) przy pomocy obrotowego kondensatora 2 x 375 pF. Za oscylatorem następuje stopień izolujący przy czym napięcie sterujące pobiera się z obwodu anody. Ponieważ prąd anodowy oscylatora jest zniekształcony i zawierający harmoniczne 100 kc, sterujemy z izolatora lampę czwartą (mieszającą). Po izolatorze następuje multiwibrator, jest to dwustopniowy wzmacniacz oporowy, którego wyjście połączone jest z wejściem. Dzięki silnemu sprzężeniu w układzie powstają oscylacje o przebiegu zależnym od wartości oporów i kondensatorów sprzęgających.

Przebieg na anodzie lamp jest mniej więcej prostokątny. Częstotliwość zależy od wartości kondensatorów i oporów siatkowych i wynosi w przybliżeniu

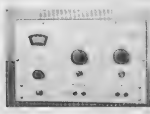
$$f = \frac{1}{Rg_1C_1 + Rg_2C_2}$$

poza tym zależna jest również od oporów anodowych, lamp i napięcia zasilającego. Im mniejsze opory anodowe i wewnętrzne lamp, tym częstotliwość jest wyższa. Regulację częstotliwości wykonuje się przez zmianą jednego z oporów siatkowych (100 komów). Można również regulować zmianą pojemności kondensatorów siatkowych. W obwodzie siatki pierwszej lampy multiwibratora widzimy potencjometr, którego ślizgacz połączony jest z anodą wzmacniacza 100 kc. Tą

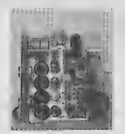

6SS7
6SS7
6N7
6L7
6SN7
6SS7
W1
W2
5Z4
VR150
10H
2,5k
2×220V
40mA
6V
16 mH
100 kc
2×375
10 kc
100 kc
1000 c/s
0,85 H
50K
500k
300k
200k
100K
10k
50k
5k
20k
30 k
0,05
0,01
0,025
0,1
0,03
1000
2500
25 µF
8
1

Rys 7

drogą odbywa się synchronizacja multiwibratora. Napięcie o częstotliwości 100 kc/s nałożone na przebieg 10 kc. powoduje przyśpieszenie lub opóźnienie ładowania kondensatora sprzęgającego. Warunki pracy tak się ustalają, że multiwibrator pracuje na jednej z subharmonicznych oscylatora 100 kc/s. Im stosunek częstotliwości synchronizującej do synchronizowanej jest większy, tym napięcie synchronizujące powinno być mniejsze. W praktyce nie stosuje się większego obniżenia jak 10 : 1.



Rys. 8a



Rys. 8b

Wyjście multiwibratora steruje siatkę lampy 6 L7. Z oporu katodowego odbieramy napięcie harmonicznych 100 kc i 10 kc. Wyłącznik $W_1$ odłącza napięcie anodowe multiwibratora 10 kc tak, że z oporu katodowego odbieramy tylko sygnał 100 kc i harmoniczne. Amplituda napięcia 10 kc/s wynosi około 10 woltów.

Z anody lampy 6 L7 synchronizujemy multiwibrator 1000 cykli. Wyjście multiwibratora zasila przez filtr oporowo pojemnościowy siatkę wzmacniacza rezonansowego, z obwodem nastrojonym na 1000 cykli. Część obwodu jest obciążona potencjometrem, z którego zbieramy napięcie praktycznie sinusoidalnie o amplitudzie ok. 50 woltów (wychylenie na ekranie oscylografu około 30 mm). Wyłącznik $W_2$ odłącza zasilanie multiwibratora i wzmacniacza 1000 c/s. Całość zasilana jest z prostownika stabilizowanego neonówką. Napięcie anodowe wynosi około 150 woltów. Zastosowane lampy nie są bynajmniej dobierane specjalnie, ale po prostu użyto takich jakie były pod ręką. We wszystkich stopniach można użyć z powodzeniem choćby RV 12P 2000.

Wielu amatorów posiada ze „zdobyczy" powojennych różne kwarce (były na rysunku kwarce w lampach o cokołach „pocztowych" 100 kc, 60 kc i inne). Takie kwarce wykorzystać powinni amatorzy w urządzeniach wyżej opisanych.

Układ nie musi być oczywiście tak rozbudowany. Można zasilać wprost z oscylatora multiwibrator, a wyjście wziąć z oporu nieblokowanego w katodzie multiwibratora (opór 100—500 omów). W braku kwarcu można zbudować oscylator transitronowy „trzymający" nieźle częstotliwości i w ten sposób synchronizować multiwibrator.

Przy pomocy opisanego wzorca w laboratorium „Radia" będziemy mogli cechować odbiorniki, nadajniki, falomierze, signalgeneratory, tongeneratory itp.

Na koniec jeszcze parę słów o dokładnej regulacji oscylatora kwarcowego.

Jak wspomnieliśmy częstotliwość oscylatora możemy zmieniać w małych granicach za pomocą równoległej pojemności do kwarcu. Wykorzystujemy tę możliwość przy regulacji wzorca. Mianowicie przy pomocy odbiornika dostrajamy się do stacji angielskiej Droitwich (fale długie 200kc). Jest to bodaj jedna z niewielu stacyj europejskich, której wahania częstotliwości są mniejsze od 1 cykla. Uruchamiamy nasz wzorzec i po kilkunastu minutach podgrzania sprzęgamy wyjście 100 kc's z anteną. Wtedy usłyszymy w odbiorniku dudnienia odpowiadające różnicy częstotliwości 200 kc i drugiej harmonicznej oscylatora 100 kc. Zmianą pojemności kondensatora obrotowego (2 na jednej osi) dostrajamy wzorzec aż różnica częstotliwości będzie równa zeru. Moment ten bardzo dobrze można uchwycić przy pomocy magicznego oka w odbiorniku. Osiągnięta dokładność jest niemniejsza niż $\frac{1}{200000}$ to jest **5 na milion!** dla pomiarów amatorskich aż za dobra.

# Cewki do odbiorników

Wielu amatorów znajduje się w posiadaniu odbiorników, których części a zwłaszcza cewki są uszkodzone, albo brak ich zupełnie. Poza tym niejeden budujący samodzielnie odbiornik, nie posiada możliwości kupienia na rynku gotowych cewek, lecz musi je nawinąć sam. Na podstawie wzorów mniej lub więcej skomplikowanych, bądź wykresów, wszystkie cewki można z dobrą dokładnością obliczyć; jednak nie każdy amator ma ochotę przeprowadzać obliczenia i dlatego woli mieć gotowe dane.

Poniżej podajemy dane cewek do superów i zwykłych odbiorników nawiniętych na rdzeniach ferromagnetycznych oraz cewki bez rdzeni.

**Rodzaj drutu.**

Dla cewek nawiniętych na ferrokartach używa się z reguły licy wielkiej częstotliwości dla wykorzystania dobroci cewek tego rodzaju. Niezawsze ma się do dyspozycji odpowiednią licę, i tak zamiast licy 20 x 0,05 z powodzeniem użyć można 10 x 0,07, zwłaszcza że ta ostatnia daje się łatwiej odizolować. Cewka z licą 20 x 0,05, z której jeden drucik przerwał się lub nie został przylutowany, jest gorsza, aniżeli cewka z licy 10 x 0,07. Ostatecznie możemy również użyć i drutu pełnego 0,2 mm. Największe znaczenie ma odpowiedni drut dla cewek obwodów strojonych; cewki antenowe i reakcyjne nawinąć można drutem pełnym. Również cewki obwodów strojonych dla fal długich można nawinąć bez wielkiej szkody z drutu pełnego.

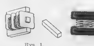
**Rdzenie ferrokartowe.**

Z pozostałości powojskowych i przedwojennych wyrobów, można spotkać u nas rdzenie typu „E" (Horkiewicz), typu „H" i krzyżakowe (Siemens), cewki Dralowida i Görlera F 201 i F 202.

**I. Rdzeń E rys. 1** składa się z dwóch części, właściwego rdzenia i jarzma, który w odpowiedniej konstrukcji można zbliżać do rdzenia i tym sposobem zmieniać indukcyjność (do 30%). Szpuleczka trolitulowa posiada trzy sekcje, w których mieszczą się odpowiednie uzwojenia cewek.

**II. Rdzeń H rys. 2** posiada jarzmo oraz płytkę okrągłą na pręcie gwintowanym. Szpuleczka składa się z dwu części i posiada trzy sekcje. Rozproszenie strumienia magnetycznego w tego rodzaju rdzeniach jest dość duże, dlatego jeżeli cewki dwu zakresów umieszczone są w jednym kubku, należy je umocować wzajemnie prostopadle.

**III. Rdzeń krzyżakowy rys. 3** posiada śrubę z materiału ferromagnetycznego gwintowaną wkręcaną, przy której pomocy możemy zmieniać indukcyjność w granicach do 10%. Szpuleczka trzysekcjowa składa się z dwu części.



Rys. 1. Rys. 2

**IV. Rdzeń Dralowida (Draloperm) rys. 4** składa się z dużej szpulki trolitulowej siedmiosekcjowej, rdzenia w formie krążka oraz ze śruby ferromagnetycznej z kołnierzem. Przez wkręcanie śruby możemy zmieniać indukcyjność do 15%.





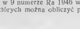
Rys. 3 Rys. 4

Dla cewek na rdzeniach H, krzyżakowych i Draloperm, podaliśmy w 9 numerze Ra 1946 wykresy, na podstawie których można obliczyć potrzebną ilość zwojów.





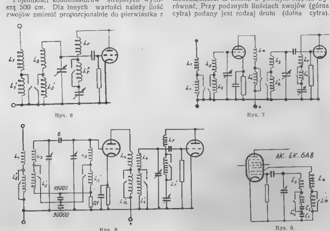
Gorler F 201 Gorler F 202
Rys. 5 a i b



**V, VI. Rdzeń Görler F 201 i F 202 rys. 5a, b** posiada w pierwszym wykonaniu rdzeń E, w drugim rdzeń w kształcie garnuszka. Ten ostatni typ posiada bardzo małe rozproszenie. Oprócz tych typów istnieją gwintowane pręty z materiału ferromagnetycznego o średnicy 6 — 8 mm, które wkręca się do korpusu cewki. Takie rozwiązanie w małym stopniu wpływa na jakość cewek a zasadniczo umożliwia regulację indukcyjności. Wkręcenie rdzenia powiększa indukcyjność 30 — 40%.

Dane odpowiednich cewek podajemy w tabelach. Schematy, według których cewki należy połączyć, podają oznaczone rysunki.

Pojemności kondensatorów strojonych wynoszą 500 cm. Dla innych wartości należy ilość zwojów zmienić proporcjonalnie do pierwiastka z pojemności. W obwodach oscylatora supera zbyt ściśle to nie jest, ponieważ indukcyjność tej cewki musi być dokładnie dobrana. Przy strojeniu, niedokładności te można w pewnym stopniu wyrównać. Przy podanych ilościach zwojów (górna cyfra) podany jest rodzaj drutu (dolna cyfra).




Rys. 6 Rys. 7 Rys. 8. Rys. 9.

TABELA I.

**Cewki odbiorników jednoobwodowych** (rys. 6), **dwu i trzyobwodowych** (rys. 7, 8) **oraz obwodów wejściowych do superów** (rys. 7 lub 8 bez obwodów następnego stopnia).

| Rdzeń | 200 ÷ 600 m | | | | 800 ÷ 2000 m | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $L_1$ | $L_2$, $L_3$, $L_4$ | La | Lr | $L_1'$ | $L_2'$, $L_3'$, $L_4'$ | La' | Lr' |
| I | 7<br>10 × 0.1 | 90<br>20 × 0,05 | 35<br>20 × 0,05 | 15<br>0,2 | 60<br>0,15 | 300<br>0,12 | 80<br>0,15 | 30<br>0,15 |
| II | 20<br>3 × 0,07 | 2 × 29<br>20 × 0.05 | 28<br>3 × 0.07 | 10<br>3 × 0,07 | 60<br>3 × 0.07 | 190<br>0,1 | 100<br>0,1 | 40<br>3 × 0,07 |
| III | 16<br>3 × 0.07 | 2 × 32<br>20 × 0.05 | 32<br>3 × 0,07 | 12<br>3 × 0,07 | 40<br>3 × 0,07 | 2 × 104<br>3 × 0.07 | 104<br>3 × 0,07 | 50<br>3 × 0,07 |
| IV | 10<br>3 × 0.07 | 6 × 13<br>30 × 0.05 | 40<br>0.2 | 6 × 2<br>3 × 0.07 | 80<br>3 × 0.07 | 6 × 38<br>3 × 0.07 | 100<br>0.1 | 6 × 6<br>3 × 0.07 |
| V | 23<br>0.1 | 3 × 24<br>20 × 0,05 | 35<br>0.1 | 10<br>0.1 | 50<br>0.1 | 3 × 75<br>3 × 0,07 | 115<br>0.1 | 25<br>0,1 |
| VI | 20<br>0.1 | 3 × 21<br>20 × 0,05 | 33<br>0,1 | 9<br>0,1 | 45<br>0.1 | 3 × 68<br>3 × 0.07 | 105<br>0.1 | 22<br>0,1 |

## TABELA II.

**Cewki do oscylatorów supera:**

dla f pośr. — 460 — 470 kc/s oraz 120 - 128 kc/s (schematy rys. 9, 10).

| Rdzeń | $C_1$ pF | $C_2$ pF | fp = 120 ÷ 128 kc/s, 200 ÷ 600 m, Ls | fp = 120 ÷ 128 kc/s, 200 ÷ 600 m, La | fp = 120 ÷ 128 kc/s, 800 ÷ 2000 m, Ls' | fp = 120 ÷ 128 kc/s, 800 ÷ 2000 m, La' | $C_1$ pF | $C_2$ pF | fp = 460 ÷ 470 kc/s, 200 ÷ 600 m, Ls | fp = 460 ÷ 470 kc/s, 200 ÷ 600 m, La | fp = 460 ÷ 470 kc/s, 800 ÷ 2000 m, Ls' | fp = 460 ÷ 470 kc/s, 800 ÷ 2000 m, La' |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1500 | 900 | 84<br>20 × 0.05 | 25<br>0,2 | 220<br>0.15 | 40<br>0.15 | | | — | — | — | — |
| II | 1500 | 900 | 2 × 25<br>20 × 0.05 | 16<br>3 × 0,07 | 2 × 70<br>0.12 | 44<br>0.12 | 300 | 200 | 2 × 25<br>20 × 0.05 | 16<br>3 × 0.07 | 2 × 63<br>3 × 0.07 | 38<br>3 × 0.07 |
| III | 1500 | 900 | 2 × 28<br>20 × 0.05 | 18<br>3 × 0.07 | 2 × 80<br>0.12 | 50<br>0,12 | 300 | 200 | 2 × 29<br>20 × 0,05 | 18<br>3 × 0.07 | 2 × 71<br>3 × 0,07 | 42<br>3 × 0,07 |
| IV | 1500 | 900 | 4×11+2×12<br>10 × 0.07 | 18<br>0.25 | 6 × 31<br>0.25 | 35<br>0,25 | 595 | 593 | 6 × 9<br>30 × 0,05 | 10<br>0.2 | 3×14+3×13<br>0.2 | 25<br>0,2 |
| V | 1500 | 900 | — | | | | 845 | 365 | 15 + 15 + 14<br>20 × 0.05 | 18<br>0.1 | 27 + 27 + 26<br>5 × 0,07 | 35<br>0.1 |
| VI | 1500 | 900 | — | | | — | 845 | 365 | 3 × 13<br>20 × 0,05 | 16<br>0.1 | 3 × 24<br>5 × 0.07 | 31<br>0,1 |

## TABELA III.

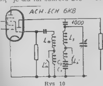
**Cewki dla filtrów pośredniej częstotliwości:** fp = 460 470 kc/s ; f — 120 — 128 kc/s (rys. 11).

| Rdzeń | 120 — 128 kc/s, $L_{1,2}$ | 120 — 128 kc/s, $C_{1-2}$ pF | 120 — 128 kc/s, odstęp od środków mm | 460 ÷ 470 kc/s, $L_{1,2}$ | 460 ÷ 470 kc/s, $C_{1-2}$ pF | 460 ÷ 470 kc/s, odstęp od środków mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 500<br>0.1 | 250 | 30 | 160<br>20 × 0.05 | 250 | 30 |
| II | 3 × 120<br>0.1 | 200 | 28 | 3 × 30<br>20 × 0.05 | 400 | 40 |
| III | 3 × 140<br>0.12 | 200 | 27 | 3 × 3.<br>20 × 0.05 | 400 | 40 |

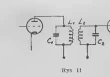
Na zakończenie podamy dane cewek powietrznych dla supera dla $f_o$ = 128 kc/s. Dla uniknięcia gwizdów interferencyjnych w superach o niskiej częstotliwości pośredniej (128 kc/s), obowiązkowo stosuje się filtr wstęgowy na wejściu, względnie wzmacniacz wielkiej częstotliwości.

Dla uzyskania cewek lepszej jakości, nawija się je dla fal zakresu 200 — 600 m licą 10 x 0,1

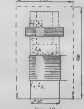
Cewki obwodów strojonych nawinięte są na cylindrze 30 mm. Dla fal średnich nawinięte są cewki dwuwarstwowo jak to przedstawiono na




Rys 10

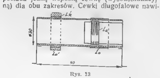



Rys 11




Rys 12.

rys. 4 ,str. 20, w numerze 3 Ra. Obwód antenowy posiada jedną wspólną cewkę (wysokoindukcyjną) dla obu zakresów. Cewki długofalowe nawinięte są warstwami, które przedzielimy cienkim papierem; szerokość nawinięcia około 10 mm.



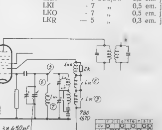
Rys. 13

Rys. 12 przedstawia wykonanie cewek obwodu wejściowego (cewka druga bez antenowej), zaś rys 13 wykonanie obwodu oscylatora. Cewki są ekranowane kubkiem o średnicy 60 mm. Cewek oscylatora nie ekranujemy i umieszczamy pod chassis aparatu.

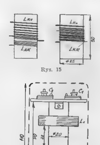
Tabela IV podaje dane cewek; układ połączeń jak na rys. 14.

Cewki krótkofalowe nawijamy na cylindrach o średnicy 25 mm, jak to wskazuje rys. 15.

| | | | |
|---|---|---|---|
| LAK | — 7 zwojów | 0,3 em. j. |
| LKI | - 7 | ,, | 0,5 em. j. |
| LKO | - 7 | ,, | 0,5 em. j. |
| LKR | — 5 | ,, | 0,3 em. j |



Rys. 14.



Rys. 15

Rys. 16

## TABELA IV.

| Cewka | Ilości zwojów | Średnica nawinięcia mm | Rodzaj drutu | Uzwojenie |
|---|---|---|---|---|
| La | 280 | 15 | 0,2 em j. | koszykowe |
| $L_1$ | 105 | 30 | 10 × 0,1 | dwuwarstwowe |
| $L_1'$ | 230 | 30 | 0,25 em. j | wielowarstwowe |
| $L_2$ | 103 | 30 | 10 × 0,1 | dwuwarstwowe |
| $L_2'$ | 230 | 30 | 0,25 em j | wielowarstwowe |
| Lo | 78 | 30 | 0,2 em j. | cylindryczne |
| LR | 30 | 25 | 0,2 em j | cylindryczne |
| Lo' | 165 | 30 | 0,25 em j. | wielowarstwowe |
| LR' | 45 | 30 | 0,25 em j | wielowarstwowe |

Transformatory pośredniej częstotliwości nawijane są wielowarstwowo drutem 0,2 emalia-jedwab. Warstwy oddzielamy od siebie cienkim papierem; w jednej warstwie powinno się mieścić 30 zwojów, ilość zwojów w każdej cewce 640.

Równolegle do cewek włączone są kondensatory ściskane o pojemności 175 pF. W braku ich możemy użyć kondensatorów stałych 150 pF z równolegle połączonymi trimmerami o pojemności 30 pF. Przy pomocy tych kondensatorów dostrajamy filtry pośredniej częstotliwości. Wykonanie filtru przedstawione jest na **rys 16.** Całość ekranujemy kubkiem o średnicy 60 mm.

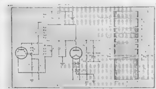
Dane tych cewek odnoszą się do agregatu o pojemności 3 × 450 pF.

# Rozmaitości

## ZASILACZ WYSOKIEGO NAPIĘCIA DO OSCYLOGRAFU

Do zasilania lamp oscylograficznych, w oscylagrafach i odbiornikach telewizyjnych stosuje się wysokie napięcie rzędu 1 do 50 kilowoltów.

Przy zasilaniu prostownika z sieci oświetleniowej, koszt odpowiedniego transformatora jest b. duży ze względu na konieczną izolację. Poza tym w razie przypadkowego dotknięcia przewodu pod wysokim napięciem można się narazić na kalectwo.



Rys. 1.

Firmy amerykańskie zastosowały do tego celu układ generatora wielkiej częstotliwości z transformatorem powietrznym. Na rys. 1 widzimy podobny układ. Lampa 6V6 (9 watowa tetroda) pracuje jako generator wielkiej częstotliwości (ok. 300 kc/s). Z cewką generatora sprzężona jest sekcjonowana cewka wysokiego napięcia. Prostowanie odbywa się przy pomocy lampy jednokierunkowej; ponieważ mamy do czynienia z prądami wielkiej częstotliwości, dobrą filtrację uzyskuje się łatwo przy pomocy tanich elementów (kondensator 10000 pF). Wielkość napięcia reguluje się przy pomocy kondensatora obwodu rezonansowego ($C_3$ = 1500 pF ściskany). Kondensator reguluje się na maksimum napięcia, a następnie zmniejszamy nieco jego pojemność, przez co praca układu jest bardziej stabilna. Jak widzimy układ taki ma wiele zalet w porównaniu z zasilaniem wprost z sieci, a mianowicie.

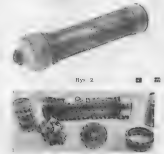
1) małe wymiary i mały koszt,
2) ten sam zasilacz niskiego napięcia służy dla wzmacniacza, generatora podstawy czasu i dla oscylatora wielkiej częstotliwości (możliwość zasilania oscylografu z sieci prądu stałego lub nawet baterii)
3) dobra filtracja napięcia tanimi środkami,
4) nie ma niebezpieczeństwa w czasie przypadkowego zetknięcia się, ponieważ przy zwarciu ręką obwodu, napięcie momentalnie spada do małej wartości, a poza tym prądy wielkiej częstotliwości nie są tak niebezpieczne jak małej.

Cewki powinny być możliwie dobrej jakości i nawinięte licą. Średnica bębna około 25 mm, uzwojenie pierwotne 100 zwojów, wtórne — 5 sekcji po 175 zwojów, reakcyjne 75 zwojów Sprawność urządzenia 50%. (R. News 7.47).

$R_1$ - 400 omów
$R_2$ = 100 000 „
$R_3$ = 50.000 omów
$R_4$, $R_5$ = 10 omów
$R_6$ = 100.000 omów
$R_7$ 50 000 „ pot
$R_8$ – 250 000 „ „
$R_9$ 250.000 „
$R_{10}$ 200.000 „
$C_1$, $C_2$ — 0,01 μF 400 V
$C_3$ = 1500 pF (trimer)
$C_1$, $C_2$ — 0,01 μ F, 400 V
$C_5$, $C_6$ — 10.000 pF 1600V
$C_7$, $C_8$ — 10.000 pF 200V
$C_9$, $C_{10}$ — 0,1 μ F 600V
RFC— dławik 2mH

## KIESZONKOWY SIGNALGENERATOR

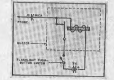
W lipcowym numerze „Radio News“ opisano prosty „signalgenerator“ w okrągłej latarce kieszonkowej rys. 2 i 3. Oczywiście nie jest to w ścisłym znaczeniu signalgenerator, ale źródło o całym widmie częstotliwości, od akustycznych, aż do b. wysokich (100 Mc/s). Mały brzęczyk wraz z baterjyką wbudowany jest w korpus okrągłej latarki, zacisk wyjściowy poprzez kondensator



Rys 2

Rys 3

10000pF (rys. 4) połączony jest z jednym końcem uzwojenia, i umocowany w miejscu reflektora. Napięcie zmienne (szczytowa wartość) równe jest około 100 woltów, dlatego wystarczy zbliżyć do gniazdka antenowego, by usłyszeć w głośniku ton

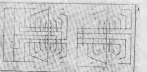



Rys. 4.

brzęczyka. W ten sposób możemy po kolei zbadać, czy poszczególne stopnie odbiornika prawidłowo pracują i to po stronie wielkiej i małej częstotliwości.

## SKRZYNKI DEKADOWE OPORÓW I KONDENSATORÓW

W praktyce amatorskiej, często zachodzi konieczność eksperymentalnego dobrania oporu lub kondensatora. Do tego celu najlepiej nadają się skrzynki z dekadowymi oporami włączanymi przełącznikiem. Aby objąć zakres od 100 omów

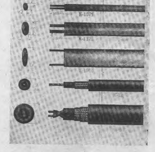


Rys. 5 a i b

do 1 megoma musimy mieć 4 przełączniki dziesięciopołożeniowe i 36 oporów. Poniżej podajemy układ uproszczony, w którym wystarczą tylko 4 elementy na jedną dekadę. Rys. 5a podaje układ dla oporów, rys. 5b dla kondensatorów.

## NOWE ROZWIĄZANIA LINII I KABLI WIELKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

Przesyłanie energii wielkiej częstotliwości z nadajnika do anteny lub z anteny do odbiornika (zwłaszcza telewizyjnego) odbywa się za pomocą specjalnych linii dwuprzewodowych. Obecnie produkuje się obok kabli okrągłych ekranowanych, również linię dwuprzewodową w formie dwu żył miedzianych w płaskiej wstędze izolacyjnej (rys. 6).



Rys. 6.

Tłumienie tych linii 7 — 8 decybeli przy częstotliwości 300 Mc/s dla długości 100 stóp (około 30 m). Opór falowy 73 — 300 omów.

# Odpowiedzi redakcji

**Kulinowski, Zemborzyce** — Dane lamp 1) DF11 i 2) DL11 są następujące: 1) $U_ż = 1,4V$; $I_ż = 0,025A$; $V_a = 120V$; $I_a =$ [illegible] mA; $U_{s_2} = 100V$; $I_{s_2} = 0,1$[illegible] mA; nachylenie $S =$ [illegible],7 mA/V; 2) $U_ż = 1,4V$; $I_ż = 0,0$[illegible] A; $V_a = 120V$; $I_a = 5mA$; $V_{s_1} = -6V$; $V_{s_2} = 120V$; $I_{s_2} = 1mA$; $S = 1,1mA/V$; opór zewnętrzny $R_a = 2200\ \Omega$

Schematy cokołów znajdzie pan w Nr (114) 43 (115) i 44 (116) tyg. „Radio i Świat".

**Długosz Zenon, Szczecin** — Zamiana lamp typu „Loewego" WG35 i WG36 na lampy pojedyńcze teoretycznie jest możliwa, będzie ona jednak wymagała dość gruntownej i żmudnej przeróbki aparatu, tym więcej, że ważną rolę odegra także kwestia miejsca (wymienione typy są lampami potrójnymi).

**Juszczak Zb., Zamość.** — W odbiorniku firmy Elektrit Fidelio mają zastosowanie nast. lampy: EK2, EF9, EBC3, EM1, EL3, AZ1. Zamiast lamp AF7 i RES164 można użyć lampy 6K7 i 6F6, zwracając uwagę na to, że ta ostatnia jest lampą pośrednio żarzoną; należy wobec tego zastosować opór w katodzie o wartości 400 Ω zablokowany kondensatorem o pojemności 25 μF/25V.

Transformator sieciowy powinien dostarczyć napięcia ok. 350V. Znajdujący się w odbiorniku VE301 Dyn. transf. daje 250V napięcia anodowego. Górny koniec, oznaczony znakiem zapytania, należy połączyć do masy. Opóźnienie w ukazywaniu się miesięcznika spowodowane jest trudnościami wydawniczymi.

**Kołodziejski Witold, Włocławek.** — Lampy AK2, AF3, ABC1, AL4, AZ1 można zastąpić następującymi typami amerykańskimi: 6A8, 6K7, 6Q7, 6F6, 5Z4 zmieniając oczywiście napięcie żarzenia i opory katodowe. Dziękujemy za życzenia.

**Wiśniewski Teofil, Chorzów.** — Zmniejszenie pojemności kondensatora w filtrze niskiej częstotliwości może spowodować wzrost napięcia przydźwięku sieci. Kondensator $C_{18}$ powinien mieć pojemność ok. 25 μF, aby skutecznie blokować opór $R_8$ dla prądów zmiennych; ze schematu nie wynika jednak, aby opór ten leżał w obwodzie prądu stałego tak, aby mógł dostarczyć lampie $V_2$ potrzebnego przedpięcia.

Kondensatory $C_4$ i $C_8$ tworzą obwody dla prądów wys. częstotliwości i nie są konieczne wtedy, gdy prądy takie nie przedostają się do poszczególnych stopni układu niskiej częstotliwości.

**Strzelecki, Miłosna.** — Na rdzeniu o przekroju 3,5 cm² (zgodnie z podanymi wymiarami) transformator sieciowy dla 220V napięcia sieci, dający po stronie wtórnej 50V i 4,5V (do dwójki z Nr 3 z rb.) powinien posiadać: uzwojenie pierwotne 2860 zw. drut 0,1 mm; uzwojenie wtórne: 650 zw. drut 0,1 mm oraz 58 zw. drut 0,2 mm. Zasilenie dwójki bateryjnej z Nr 3 jest możliwe przy pomocy transf. sieciowego dwóch prostowników selenowych oraz filtru gładzącego, złożonego z dławika oraz z dwóch kondensatorów elektrolitycznych o możliwie dużej pojemności (np. 16 μF).

**Schmalenberg Roman, Krasnystaw.** — Schemat interesującego Pana odbiornika VE301 znajduje się w nr 27 tyg. „Radio i Świat" z rb.

**Misiaczek Jan, Kraków.** — Lampę RGN1054 można użyć zamiast lampy RGN354 zwierając obydwie jej anody. Lampę RE154 można zastosować w stopniu wyjściowym dwulampowego odbiornika, w którym jako audion pracować będzie w podanym przez P. układzie lampa REN904. Podobny schemat znajduje się w Nr 27 tyg. „Radio i Świat" z rb.

**Tomaszewski Tadeusz, Opole.** — Sposób zdejmowania charakterystyki lampy oraz schemat zasadniczy odpowiedniego urządzenia podany został w Nr 17 tyg. „Radio i Świat".

**KUPON Nr 15**

**na odpowiedź w „Radio"**

**Nazwisko** ....................................

**Adres** ....................................

....................................

# Nomogram Nr 14

## Wzmocnienie i osłabienie w decybelach

W uzupełnieniu artykułu p. t. „Decybele, fony i nepery" podajemy nomogram, przy pomocy którego odczytać można wielkość wzmocnienia, lub osłabienia, w zależności od ilości decybeli i na odwrót.

Jak wiadomo z przytoczonego wyżej artykułu, zmysły nasze reagują na zmianę czynników zewnętrznych (światło, dźwięk), w stosunku logarytmicznym. Tak więc najmniejsza zmiana siły dźwięku, jaką ucho ludzkie jest w stanie odróżnić wynosi 1 decybel.

Decybel jest to dziesięciokrotny logarytm stosunku dwu porównywalnych mocy (elektrycznych lub akustycznych).

$$\pm \text{db} = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \qquad (1)$$

Przez +db oznacza się zwiększenie mocy ($P_2 > P_1$), zaś przez — db — zmniejszenie, osłabienie mocy ($P_2 < P_1$)

Moc elektryczną można wyrazić przez iloczyn kwadratu prądu i oporu, czyli

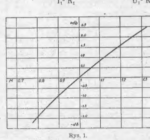
$$P = I^2 R$$

względnie przez iloraz kwadratu napięcia i oporu, czyli

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Wprowadzając te wielkości w określeniu decybeli otrzymamy

$$\pm db = 10 \log \frac{I_2^2 R_2}{I_1^2 R_1} \text{ albo } = 10 \log \frac{U_2^2 R_1}{U_1^2 R_2}$$




Rys. 1.

Wykonując wypisane działania otrzymamy

$$\left.\begin{aligned} \pm db &= 20 \log \frac{I_2}{I_1} + 10 \log \frac{R_2}{R_1} \\ \pm db &= 20 \log \frac{U_2}{U_1} + 10 \log \frac{R_1}{R_2} \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

jeżeli opory $R_1$ i $R_2$ są sobie równe

$$\left.\begin{aligned} \text{wtedy } \pm db &= 20 \log \frac{I_2}{I_1} \\ \text{oraz } \pm db &= 20 \log \frac{U_2}{U_1} \end{aligned}\right\} \quad (2')$$

W technice przenoszenia wzmacniaczy itp., operuje się zawsze decybelami, ponieważ obliczanie poszczególnych traktów sprowadza się do prostego dodawania lub odejmowania decybeli.

**Przykład 1.** Przy zdejmowaniu charakterystyki częstotliwości wzmacniacza, określa się odchylenie wmocnienia w decybelach w stosunku do częstotliwości 1000 c/s. Jeżeli np. przy stałym napięciu na wejściu, napięcie wyjściowe wzmacniacza wynosiło dla częstotliwości f = 1000 c/s — 100 woltów, zaś dla f = 50 c/s 70 woltów, wtedy mówimy, że wzmacniacz daje osłabienie na 50 c/s o 30% albo w decybelach (mierzymy na tym samym oporze wyjściowym wzmacniacza)

$$20 \log \frac{70}{100} = 20 \log 0{,}7 \sim -3 \text{ db}$$

Znak (—) określa od razu zmniejszenie wzmocnienia. Jeżeli ten sam wzmacniacz daje na wyjściu dla f = 6000 c/s napięcie 112 woltów, wtedy odchylenie wynosi

$$20 \log \frac{112}{100} = 20 \log 1{,}12 = +1 \text{ db}$$

znak (+) określa zwiększenie wzmocnienia.

**Przykład 2.** Nadajnik krótkofalowy zasila antenę kablem o długości 50 m. Obliczyć procentową stratę mocy w kablu zasilającym, jeżeli straty wynoszą 10 db/100 m (dane firmowe). Dla kabla o długości 50 m straty wyniosą 5 db, czyli stosunek mocy z nomogramu wyniesie 0,32, a zatem około 32% mocy tracimy w linii.

**Przykład 3.** Obliczyć napięcie jakie daje mikrofon węglowy (wraz z transformatorem) na wejściu wmacniacza (opór wejścia 500 Ω), jeżeli katalog firmowy podaje, że czułość mikrofonu wynosi — 45 db., (czułość podaje się dla normalnego ciśnienia 1μ bar, poziom zerowy 6 mW na 500 Ω).

Napięcie poziomu zerowego wynosi zatem

$$E = \sqrt{R \cdot P} = \sqrt{500 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} = \\ = \sqrt{3} = 1.73 \text{ woltów}$$

Z nomogramu — 45 db. odpowiada stosunkowi napięć 0.0056, a zatem napięcie mikrofonu wynosi 1,73.0,0056 = 0,0097 V = 9,7 mV.

1 db. odpowiada 12% zmiany napięcia; dla małych odchyleń (do 20%) obliczyć decybele można z przybliżonego wzoru

$$db = 8 [M - 1] \text{ gdzie } M = \frac{U_1}{U_2}$$

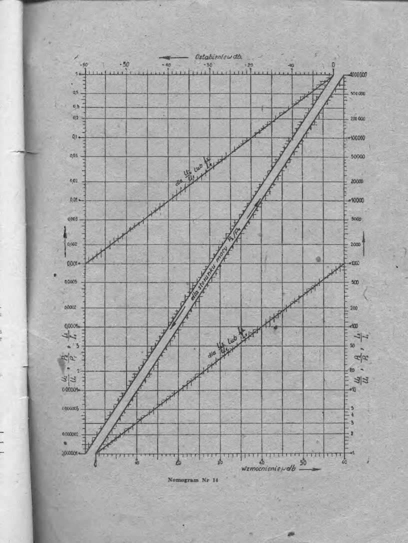
Dokładną zależność decybeli od stosunku napięć podaje wykres na rys. 1.


Redaguje Komitet — Wydawca: Biuro Wydawnictw P. R.

Adres Redakcji i Administracji: Marszałkowska 56.

**Warunki prenumeraty:** Półrocznie wraz z przesyłką pocztową zł. 360. Prenumeratę należy wpłacać na konto czekowe w PKO Nr I-330 „Radio i Świat". Na odwrocie blankietu nadawczego należy zaznaczyć: prenumerata miesięcznika „Radio". Cena pojedyńczego egzemplarza zł. 60.—

**Ceny ogłoszeń:** na okładce 1 kol. — 8.000 zł., 1/2 kol. — 5.000 zł., 1/4 kol. — 3.000 zł., 1/8 kol. — 2.000 zł., w tekście zł. 50 za 1 mm szer. 1 szpalty. B-39970




Nomogram Nr 14